

PENGARUH EMISI PARTIKEL ULTRAFINE ASAP PEMBAKARAN BIOMASSA RANTING PINUS (*Pinus merkusii*) DAN JERAMI PADI (*Oryza sativa*) TERHADAP SEL DARAH MERAH MENCIT (*Mus musculus*) BERDASARKAN GAMBARAN MIKROSKOPISNYA

Vidya Putri M.H; Unggul P.Juswono; Arinto Y. P. Wardoyo
Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Brawijaya – Malang, Indonesia
Email: vidyaputri46@gmail.com

Abstrak

Pembakaran biomassa telah diakui sebagai penyumbang utama partikel dan gas ke atmosfer. Salah satu emisi dari pembakaran biomassa yang berbahaya bagi kesehatan tubuh adalah partikel ultrafine. Partikel ultrafine merupakan partikel dengan ukuran diameter $\leq 0,1 \mu\text{m}$ dan bersifat toksik. Partikel ultrafine dapat masuk kedalam alveolus paru-paru melalui sistem pernafasan dan menyebabkan translokasi kedalam darah. Untuk mengetahui kerusakan sel darah merah akibat partikel ultrafine maka dilakukan penelitian tentang pengaruh emisi partikel ultrafine pada asap pembakaran biomassa terhadap gambaran mikroskopis sel darah merah mencit.

Penelitian dilakukan dengan memasukkan asap hasil pembakaran biomassa dari *Burning Chamber* kedalam *Exposure Chamber* yang telah dimasukkan 5 hewan uji mencit. Dalam penelitian ini dilakukan dengan cara memberi paparan asap pembakaran biomassa pada mencit didalam *Exposure Chamber* setiap pagi dan sore hari selama 10 hari dengan lama paparan 0s, 90s, 180s, 270s, 360s, dan 450s. Setelah 10 hari dibuat preparasi sel darah merah mencit dan diamati kerusakannya dengan perbesaran 400x. Konsentrasi partikel ultrafine di dalam *Exposure Chamber* kemudian diukur menggunakan P-Track UPC model 8525. Hasil penelitian menunjukkan bahwa partikel ultrafine yang terkandung dalam asap pembakaran biomassa berpengaruh terhadap sel darah merah mencit, dimana hubungan antara total partikel ultrafine terhadap kerusakan sel darah merah adalah linier. Semakin besar total partikel ultrafine dari asap pembakaran biomassa maka kerusakan pada sel darah merah semakin besar

Kata kunci : Pembakaran biomassa, partikel ultrafine, sel darah merah, mencit (*Mus musculus*)

PENDAHULUAN

Kebakaran hutan di Kepulauan Riau, Sumatra, dan Kalimantan menjadi persoalan tahunan bagi Indonesia di tengah-tengah musim kemarau. Kebakaran hutan yang dialami Indonesia bukan satu-satunya persoalan yang dihadapi Indonesia. Indonesia sebagai negara agraris memiliki banyak hasil pertanian maupun perkebunan. Dari hasil pertanian tersebut menghasilkan banyak limbah pertanian seperti jerami padi, ampas tebu, dan tongkol jagung. Pada umumnya petani cenderung membakar limbah pertanian^[i] tersebut sehingga menghasilkan asap.

Asap merupakan suspensi di udara yang terdiri dari campuran zat partikulat, nitrogen oksida, hidrokarbon, karbon dioksida (CO_2), air, zat yang terdifusi di udara, zat kimia organik, dan mineral.^[ii]

Materi partikulat merupakan salah satu emisi yang paling banyak dihasilkan dari kebakaran hutan.^[iii] Partikulat adalah bentuk dari padatan atau cairan dengan ukuran molekul tunggal yang lebih besar dari $0,002 \mu\text{m}$ tetapi lebih kecil dari $500 \mu\text{m}$ yang tersuspensi di atmosfer dalam keadaan normal. 80% partikel yang ada di atmosfer adalah partikel ultrafine (diameter $\leq 0,1 \mu\text{m}$).^[iv]

Partikel Ultrafine (UFP) memiliki ukuran sangat kecil, sehingga UFP dapat terdeposit kedalam alveoli paru-paru, masuk kedalam sel epitel sistem paru, translokasi kedalam darah.^[v]

Eritrosit merupakan korpusel-korpusel yang memberikan warna merah pada darah. Eritrosit berkembang dalam sumsum tulang sebagai sel sejati. Eritrosit berbentuk cakram bikonkaf dengan diameter sekitar $7,5 \mu\text{m}$, luas permukaan sekitar $140 \mu\text{m}^2$, dan ketebalan maksimum $1,9 \mu\text{m}$.^[vi] Eritrosit didalam tubuh memiliki dua fungsi utama, yaitu mengangkut oksigen dari paru ke seluruh jaringan tubuh, serta mengangkut karbondioksida dari seluruh jaringan ke paru.

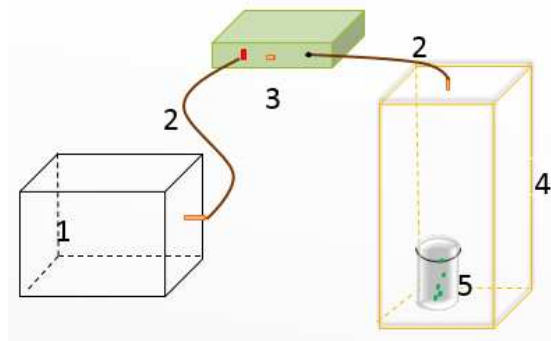
Untuk mengetahui sejauh mana pengaruh partikel ultrafine dengan kerusakan sel darah merah maka dilakukan pendekatan penelitian dengan menggunakan objek penelitian berupa mencit (*Mus musculus*) yang dipapari asap pembakaran jerami padi dan asap pembakaran ranting pinus. Dipilihnya objek penelitian berupa mencit dikarenakan mencit memiliki kekerabatan erat dengan manusia, sehingga struktur organ yang dimiliki hampir sama dengan manusia. Sehingga dengan mengetahui pengaruh emisi partikel ultrafine yang terkandung dalam asap pembakaran biomassa terhadap sel darah merah, diharapkan terjadi peningkatan kesadaran masyarakat akan

dampak buruk dari partikel ultrafine terhadap kesehatan manusia khususnya sel darah merah sehingga masyarakat lebih bisa menjaga lingkungan.

METODOLOGI

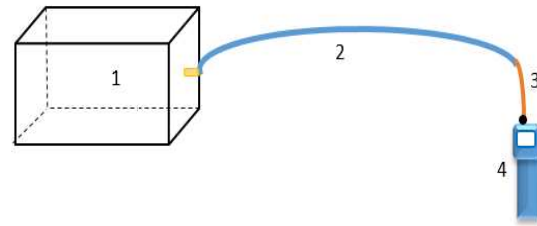
Dalam penelitian ini, digunakan beberapa alat P-Track Particle Counter Model 8525, pompa hisap asap, *Exposure Chamber* (ukuran 0,3 x 0,2 x 0,2 m³), *Burning Chamber* (ukuran 0,5 x 0,4 x 0,4 m³), neraca digital, oven memmert, selang, computer, software TSI, Mikroskop Komputer, pisau, gelas ukur, botol kimia, objek glass, dan pipet. Bahan yang digunakan yaitu mencit (*Mus musculus*) jantan usia 2-3 bulan serta 2 jenis biomassa yaitu jerami padi dan ranting pohon pinus. Bahan lain yang digunakan adalah methanol, pewarna giemsa, buffer phosphate pro giemsa, dan alkohol.

Penelitian ini dilakukan dengan membakar 50 gram biomassa yang kemudian dimasukkan kedalam *burning chamber*. Asap pembakaran biomassa kemudian ditarik dari *burning chamber* kedalam *exposure chamber* dengan menggunakan pompa. Kemudian dilakukan pengukuran total emisi partikel ultrafine dengan alat P-Trak UPC 8525. Berikut adalah rangkaian alat penelitian.



Gambar 1 : Rangkaian Alat penelitian

Keterangan :
 1 = *Exposure Chamber*
 2 = Selang Penghubung
 3 = Pompa Hisap
 4 = *Burning Chamber*
 5 = Tempat Pembakaran



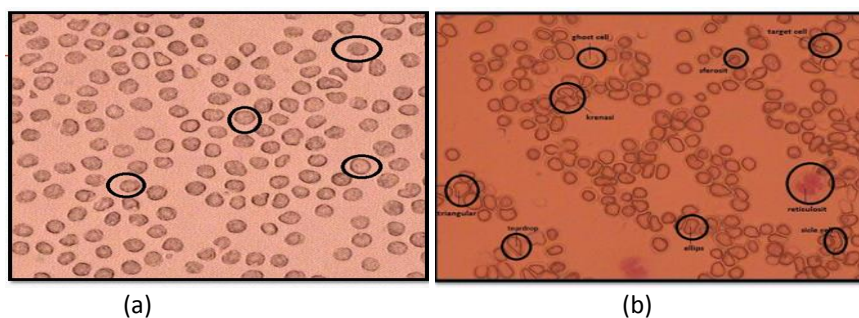
Gambar 2 : Rangkaian alat pengukuran UFP

Keterangan:
 1 = *Exposure Chamber*
 2 = Selang Penghubung
 3 = Selang P-Trak
 4 = P-Track UPC Model 8525

Perlakuan pada hewan uji dilakukan dengan menggunakan 55 mencit yang sebelumnya telah dilakukan aklimatisasi selama 7 hari. Dari 55 ekor mencit, 5 mencit sebagai kontrol dan 50 mencit sebagai mencit perlakuan. 5 mencit sebagai kontrol dipotong ekornya kemudian dibuat apusan darah dan selanjutnya diamati dengan menggunakan mikroskop perbesaran 400x. Sedangkan 50 mencit lainnya dikelompokkan menjadi 10 kelompok (Jerami 1-5 dan Ranting pohon pinus 1-5). Kelompok mencit perlakuan dimasukkan terlebih dahulu ke dalam *exposure chamber* sebelum asap pembakaran biomassa dari *burning chamber* dialirkan dengan pompa hisap kedalam *exposure chamber*. Pemaparan asap pembakaran biomassa dilakukan selama 10 hari setiap pagi dan sore, dengan variasi lama pemaparan kelompok 1 – 5 adalah 90 s, 180 s, 270 s, 360 s, dan 450 s. Mencit perlakuan yang sudah diberi paparan asap kemudian dipotong ekornya, dibuat apusan darah dan selanjutnya diamati dengan menggunakan mikroskop perbesaran 400x.

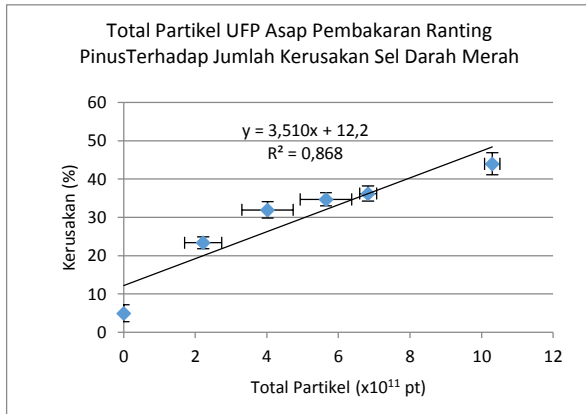
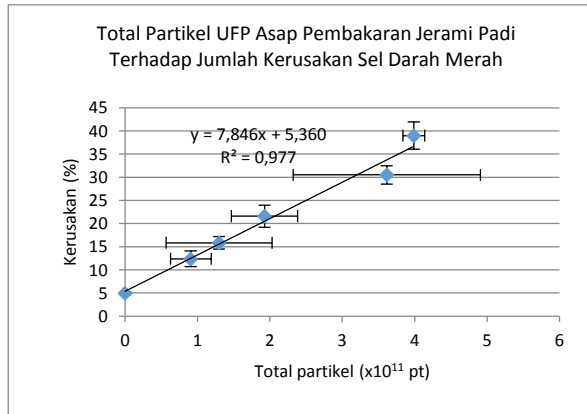
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan sel darah merah setelah dilakukan pemaparan partikel ultrafine pada mencit (*Mus musculus*) didapatkan 10 jenis kerusakan sel darah merah antara lain krenasi, ellipsis, target cell, triangular, ghost cell, sferosit, retikulosit, rouleaux(rulo), sickle cell, tear drop.



Gambar 3 : Gambaran sel darah merah (a) tidak normal dan (b) normal

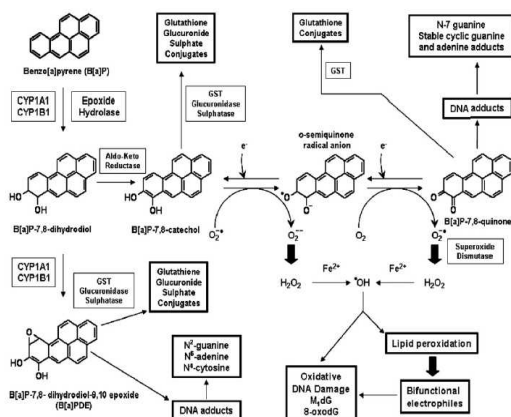
Berdasarkan hasil pengukuran total emisi partikel ultrafine pada asap pembakaran biomassa (jerami padi dan ranting pinus) dan pengamatan prosentase kerusakan sel darah merah, didapatkan korelasi antara total partikel dengan prosentase kerusakan sel darah merah mencit (*Mus musculus*) yang dapat dilihat pada Gambar 4. Dapat dilihat pada grafik asap pembakaran jerami padi pada Gambar 4, kerusakan sel darah merah terbesar adalah 39 % ketika diberikan total partikel ultrafine



Gambar 4 : Grafik Total Partikel UFP Asap Pembakaran Jerami Padi dan Ranting Pinus terhadap Kerusakan Sel Darah Merah

Kerusakan sel darah merah akibat emisi partikel ultrafine salah satunya dikarenakan ukuran partikel ultrafine yang sangat kecil (diameter $\leq 0,1 \mu\text{m}$). Ultrafine tidak mampu disaring oleh silia maupun mukosa sehingga akan terdeposit kedalam paru-paru, masuk kedalam sel epitel sistem paru, dan translokasi kedalam darah. [vii,viii,ix] Kandungan partikel ultrafine dari asap pembakaran jerami padi dan ranting pinus yaitu PAH, karbon organik, dan unsur karbon. [x]

Mekanisme emisi partikel ultrafine dari asap pembakaran jerami padi dan ranting pinus dalam merusak sel salah satunya dapat dilihat pada gambar 5.

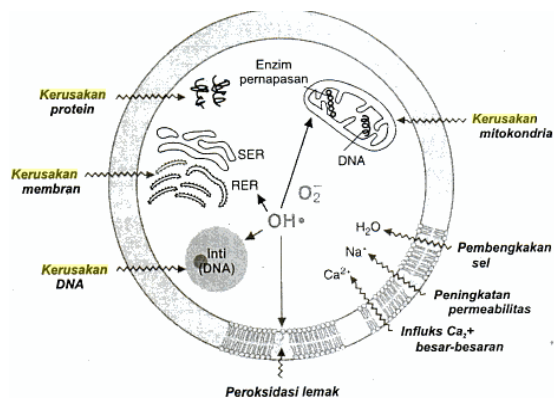


Gambar 5. Skema paparan PAH benzo [a] pyren menyebabkan kerusakan DNA oksidatif [xi]

sebesar $3,99 \times 10^{11}$ pt. Pada grafik pembakaran asap pembakaran ranting pinus dapat dilihat kerusakan sel darah merah terbesar adalah 44 % ketika diberikan total partikel ultrafine sebesar $10,29 \times 10^{11}$ pt. Prosentase kerusakan sel darah merah berbeda antara emisi UFP asap pembakaran jerami padi dengan ranting pinus meskipun massa yang dibakar dan lama paparan adalah sama karena total UFP yang dihasilkan berbeda.

Benzo [a] pyren merupakan salah satu jenis PAH yang terkandung dalam UFP pada asap pembakaran jerami padi dan ranting pinus. B[a]P merupakan senyawa PAH yang memiliki kerapatan elektron yang seimbang, sehingga akan sangat reaktif apabila teraktivasi oleh metabolisme. Dapat dilihat pada Gambar 5 B[a]P didalam tubuh akan dioksidasi oleh kelompok enzim *cytochrome* sehingga menghasilkan produk radikal berubah OH^* dan H_2O_2 . Produk radikal yang terbentuk dapat menyebabkan peroksidasi lipid, dan kerusakan DNA.

Peroksidasi lipid didalam tubuh menyebabkan terjadinya influks Ca^{2+} secara besar-besaran kedalam sel sehingga menyebabkan sel terus mengembang dan pecah. Peroksidasi lipid juga menyebabkan turunnya antioksidan eritrosit sehingga menyebabkan terjadinya inflamasi atau peradangan. [xii]



Gambar 6. Cidera sel oleh radikal bebas [xiii]

Kandungan lain dari $PM_{0.1}$ dari asap biomassa yang berbahaya yaitu *nitric oxide* (bersifat radikal). *Nitric oxide* akan bereaksi dengan senyawa radikal bebas membentuk *peroxynitrite*. *Peroxynitrite* didalam tubuh dapat menyebabkan vasokonstriksi (penyempitan pembuluh darah). Penyempitan pembuluh darah yang terjadi akan menyebabkan menurunnya jumlah oksigen yang diedarkan ke jaringan tertentu sehingga dapat mengganggu metabolisme yang ada didalam tubuh dan penurunan suatu fungsi organ seperti stroke. *Peroxynitrite* juga mampu menyebabkan penyimpangan dalam urutan DNA. Kerusakan oksidatif dalam urutan DNA tidak hanya karsinogenesis tetapi juga penuaan sel.

KESIMPULAN

Terdapat hubungan antara total partikel ultrafine dari asap pembakaran biomassa terhadap kerusakan sel darah merah mencit. Dengan jumlah emisi UFP dari asap pembakaran jerami padi $3,99 \times 10^{11}$ pt dapat memberikan kerusakan sebesar 39% sementara dengan jumlah emisi UFP dari asap pembakaran ranting pinus $10,29 \times 10^{11}$ pt dapat memberikan kerusakan sebesar 44%. Hubungan antara total partikel ultrafine dari asap pembakaran biomassa terhadap kerusakan sel darah merah mencit adalah semakin besar emisi partikel ultrafine dari asap pembakaran biomassa yang diberikan maka terdapat kenaikan kerusakan pada sel darah merah. Emisi partikel ultrafine dari kedua jenis biomassa berbeda meskipun waktu paparan dan massa biomassa yang dibakar sama.

[i] Webb, J. (2009). *EMEP/EEA emission inventory guidebook*. Roger Phillips, Ulrich Dämmgen.

[ii] Dawud. (1999). *Smoke episodes and assessment of health impact related to haze from forest fires*. The Indonesian Association of Pulmonologist.

[iii] Kittelson. (1998). Engine and Nanoparticles: a review. *Journal of Aerosol Science* , 443-451.

[iv] Jamriska, T. S. (1999). Relation between indoor and outdoor exposure to fine particles near a busy arterial road. *Indoor Air* , 75-84.

[v] Kreyling, S. (2006). Health implications of nanoparticles. *Journal of Nanoparticles Research* , 543-562.

[vi] Fawcett, D. W. (1998). *Bloom and Fawcett textbook of histology*. Taylor & Francis.

[vii] Andersen, W. P.-N. (2008). Size distribution and total number concentration of ultrafine and accumulation mode particles and hospital admissions in children and the elderly in Copenhagen, Denmark. *Occup Environ Med* , 458-66.

[viii] Nemmar, H. M. (2002). Ultrafine particles affect experimental thrombosis in an in vivo hamster model. *Am J Respir Crit Care Med* , 998-1004

[ix] Stewart JC, C. D. (2010). Vascular effects of ultrafine particles in persons with type 2 diabetes. *Environ Health Perspect* , 118-125.

[x] Keshtkar, H. (2007). Size distribution of polycyclic aromatic hydrocarbon particulate emission factors from agricultural burning . *Atmospheric Environment* , 2729-2739.

[xi] Singh, R. (2007). The relationship between biomarkers of oxidative DNA damage, polycyclic aromatic hydrocarbon DNA adducts, antioxidant status and genetic susceptibility following exposure to environmental air pollution in humans. *Mutation Research* , 83-92.

[xii] Repetto, M. S. (2012). *Lipid Peroxidation: Chemical Mechanism, Biological Implications and Analytical Determination Dalam A. Catala (Ed.)*. Kroasia: In Tech.

[xiii] Marks, A. M. (2000). *Biokimia Kedokteran Dasar Sebuah Pendekatan Klinis (Basic Medical Biochemistry A Clinical Approach)*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.