

Konsentrasi Silika (Si) dalam Debu Jatuh di Area Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit PT. Z

Annisah Muslimah¹⁾, Hafidawati²⁾, Edward HS²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan ²⁾Dosen Program Studi Teknik Lingkungan
Laboratorium Material Lanjut

Program Studi Teknik Lingkungan S1, Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293

Email : annisah.mus@gmail.com

ABSTRACT

PT. Z is the palm oil processing mill that utilizes solid waste of palm shells and fiber as boiler fuel. This process will produce particulate emissions, one of which is dustfall which contains Silica (Si) because more than 50% of the constituent elements of boiler are Silica. Dustfall sampling implemented by using dustfall collector based on SNI 13-4703-1998, for the calculation of silica concentration is based on Atomic Absorption Spectrofotometry result. The result indicated that Silica concentration at several points had exceeded the threshold value from Per.13/Men/X/2011 which is 10 mg/m³ with the amount of result is 9,75 – 11,47 mg/m³. This is due to the location of fiber collection which is not far from the sampling location.

Keywords: *Dustfall, palm oil mill, silica*

1. PENDAHULUAN

Debu jatuh merupakan salah satu partikel kasar yang ada di udara, dimana debu jatuh memiliki ukuran diameter lebih dari 10 µm dan terdiri dari material yang kompleks dengan komposisi yang konstan dan konsentrasi logam berat di dalamnya sangat bervariasi (Sami, 2006).

Kandungan kimia dalam debu jatuh (*Dustfall*) dipengaruhi oleh sumber pencemaran udara yang berada disekitarnya. Industri pengolahan kelapa sawit yang memproduksi *crude palm oil* (CPO) pada umumnya menggunakan *boiler* sebagai penghasil *steam* dan menggunakan limbah padat berupa cangkang sawit dan *fiber* sebagai bahan bakar. Proses pembakaran bahan bakar ini akan menghasilkan polutan berupa emisi gas buang yang dikeluarkan melalui cerobong. Emisi udara berbentuk asap yang dikeluarkan tersebut mengandung bahan

pencemar berupa partikulat (debu) yang dapat turun ke bumi baik secara gravitasi maupun karena deposisi oleh air hujan yang disebut sebagai debu jatuh (*Dustfall*). Oleh karena itu, kandungan dalam debu jatuh (*Dustfall*) di area industri akan dipengaruhi oleh kandungan abu hasil pembakaran dari industri tersebut (Wang dkk, 2018).

Menurut Graille (1985), abu cangkang sawit memiliki kandungan Silika (Si) terbanyak dibandingkan limbah pada industri minyak sawit lainnya yaitu sebesar 59,1% pada abu *fiber* dan 61% pada abu cangkang. Sejalan dengan itu, dalam penelitian Zahrina (2012) diketahui bahwa dalam abu dari hasil pembakaran limbah padat kelapa sawit yang berupa cangkang dan *fiber* terdapat konsentrasi silika sebesar 86,7% dan berbentuk silika amorf yang mana telah diklarifikasi sebagai material tidak beracun. Akan tetapi, silika amorf yang

terinhalasi selama 12 hingga 18 bulan dengan kadar 6,9-9,9 mg/m³ dapat menyebabkan gangguan pada alat pernapasan (Kirk-Othmer, 1998).

PT. Z adalah salah satu pabrik pengolahan kelapa sawit yang memanfaatkan limbah padatnya berupa cangkang sawit dan *fiber* sebagai bahan bakar. Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan, diketahui bahwa asap yang diemisikan dari cerobong PT. Z berwarna hitam dan terdapat butiran debu di atap bangunan yang menunjukkan adanya debu jatuh di area pabrik ini.

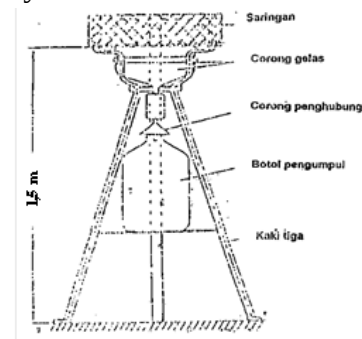
Menurut Wang, dkk (2018), kandungan kimia dalam debu jatuh dipengaruhi oleh sumber pencemaran udara yang berada disekitarnya. Oleh karena itu konsentrasi silika (Si) perlu diamati karena sumber pencemar dalam penelitian ini adalah debu jatuh yang berasal dari emisi cerobong PT. Z dimana 86,7% unsur penyusun abu pembakaran cangkang dan *fiber* adalah silika (Zahrina, 2012). Dalam penelitian ini bertujuan untuk menghitung konsentrasi Silika (Si) dalam debu jatuh (*Dustfall*) di area pabrik pengolahan kelapa sawit PT. Z dan membandingkannya dengan Nilai Ambang Batas konsentrasi silika (Si). Di Indonesia, keberadaan silika amorf di lingkungan kerja diatur dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor Per.13/Men/X/2011 Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja yaitu sebesar 10 mg/m³.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan alat *Dustfall Collector* sesuai SNI 13-4703-1998 (Gambar 2.1) dan untuk pengujian konsenrasi Silika dilakukan menggunakan alat *Atomic Absorption*

Spectrofotometry di laboratorium Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Riau.

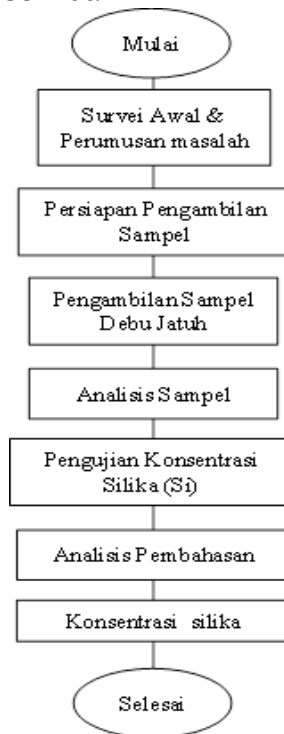


Gambar 2.1 Alat Penangkap Debu Jatuh “*Dustfall Collector*”

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu larutan CuSO₄ 1 ppm yang digunakan sebagai larutan anti jamur sehingga dapat mencegah pertumbuhan jamur didalam galon penampung. Bahan pendukung lain yang digunakan yaitu aquades.

2.2 Prosedur Penelitian

Agar memudahkan pengerjaan, terlebih dulu dibuat diagram alir. Diagram alir prosedur penelitian secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Diagram Alir Penelitian

2.3 Analisis Sampel

Sampel air hujan yang telah ditangkap oleh alat *Dustfall Collector* dibawa ke laboratorium dan dipreparasi sesuai dengan SNI 13-4703-1998. Setelah itu dilakukan analisis dengan cara menyiapkan cawan penguap bersih, 250 ml filtrat (dari hasil preparasi) diambil dan dimasukkan ke dalam cawan penguap, cawan dan isinya diuapkan di dalam oven selama 1 jam dengan suhu 105°C, kemudian cawan dikeluarkan dari oven dan dimasukkan ke dalam desikator, setelah dingin pindahkan residunya ke wadah sampel untuk diuji kandungan silikanya di Laboratorium Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Riau.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Konsentrasi Silika (Si) dalam Debu Jatuh di Area Pabrik

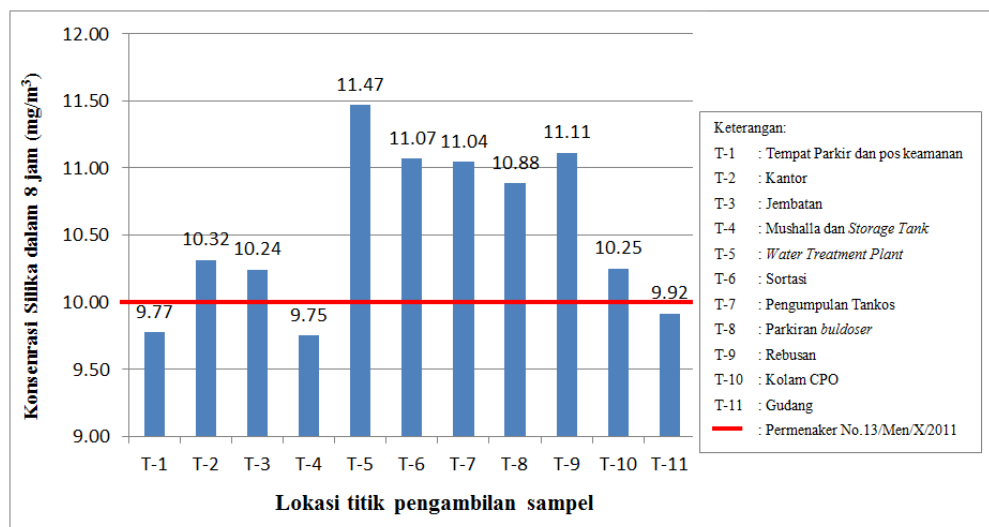
Hasil perhitungan dan pengukuran konsentrasi silika memiliki satuan mg/l untuk 36 hari. Untuk itu perlu dilakukan konversi satuan dari mg/l ke satuan mg/m³ dalam 8 jam agar dapat sesuai dengan Nilai Ambang Batas (NAB) yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor Per.13/Men/X/2011 seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Konsentrasi Silika (Si) dalam Debu Jatuh

Kode Titik	Konsentrasi Si (mg/l)	Konsentrasi Si dalam 8 jam		
		mg/l	mg/m ³	Rata-rata Konsentrasi (mg/m ³)
T1-A	1,06	0,00982	9,82	9,77
T1-B	1,05	0,00973	9,73	
T2-A	1,11	0,01025	10,25	10,32
T2-B	1,12	0,01038	10,38	
T3-A	1,12	0,01037	10,37	10,24
T3-B	1,09	0,01011	10,11	
T4-A	1,07	0,00990	9,90	9,75
T4-B	1,04	0,00960	9,60	
T5-A	1,24	0,01149	11,49	11,47
T5-B	1,24	0,01144	11,44	
T6-A	1,19	0,01099	10,99	11,07
T6-B	1,20	0,01115	11,15	
T7-A	1,20	0,01110	11,10	11,04
T7-B	1,19	0,01099	10,99	
T8-A	1,13	0,01050	10,50	10,58
T8-B	1,15	0,01065	10,65	
T9-A	1,16	0,01078	10,78	10,71
T9-B	1,15	0,01065	10,65	
T10-A	1,14	0,01058	10,58	10,63
T10-B	1,15	0,01068	10,68	
T11-A	1,06	0,00985	9,85	9,92
T11-B	1,08	0,00998	9,98	

Berdasarkan Tabel 3.1, dapat dilihat bahwa konsentrasi silika di area pabrik memiliki nilai 9,75–11,47 mg/m³, dimana konsentrasi silika terendah berada di titik Mushalla yang dipengaruhi oleh pergerakan angin dan konsentrasi silika tertinggi berada di titik *Water treatment plant* yang dipengaruhi oleh lokasi pengumpulan *fiber*.

Mengacu kepada Per.13/Men/X/2011, disebutkan bahwa NAB silika di lingkungan kerja adlah 10 mg/m³. Perbandingan hasil konsentrasi silika yang didapat dan NAB dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Perbandingan Konsentrasi Silika dengan NAB yang berlaku

Berdasarkan Gambar 3.2 dapat dilihat bahwa pada beberapa titik konsentrasi silika telah melewati NAB, yaitu pada titik *Water treatment plant* (11,47 mg/m³), titik Kantor (10,32 mg/m³), titik Jembatan (10,24 mg/m³), titik Sortasi (11,07 mg/m³), titik Pengumpulan tandan kosong (11,04 mg/m³), titik Kolam CPO (10,52 mg/m³), titik Rebusan (11,11 mg/m³), dan titik Parkiran *buldoser* (10,88 mg/m³). Sedangkan titik yang memiliki konsentrasi silika dibawah NAB yaitu titik Mushalla (9,75 mg/m³), titik Tempat Parkir (9,77 mg/m³), dan titik Gudang (9,92 mg/m³). Meskipun begitu, ketiga titik ini telah melewati batas konsentrasi aman menurut Kirk-Othmer (1998) yaitu sebesar 6,9-9,9 mg/m³.

Selama pengambilan sampel, data pergerakan angin juga diamati untuk melihat pengaruhnya. Berdasarkan data tersebut, diketahui bahwa selama berlangsungnya proses pengambilan sampel paling tidak dominan bergerak ke arah timur laut dengan persentase yang cukup kecil yaitu 1,8% dengan kecepatan yang cukup tinggi yaitu $\geq 2,3$ m/s. hal ini dapat menyebabkan konsentrasi silika dapat terdispersi secara jauh. Menurut Sepriani, dkk (2013) karena partikulat memiliki massa, sehingga ketika partikulat keluar dari sumber akan dapat langsung jatuh ke permukaan tanah. Ketika angin bertiup kuat ke satu arah, maka partikulat akan tersebar lebih jauh ke arah tersebut dan menurunkan konsentrasinya. Begitu pula sebaliknya, ketika angin bertiup lemah ke satu arah, maka partikulat tidak tersebar dan menumpuk di lokasi sekitar sumber pencemar saja sehingga konsentrasinya meningkat.

Tingginya konsentrasi silika di titik *Water treatment plant* dapat disebabkan karena adanya sumber pencemar lain yaitu lokasi pengumpulan limbah padat *fiber* yang hanya berjarak ± 6 m dari titik tersebut. Jarak yang

terlalu dekat ini dapat membuat serbuk halus *fiber* naik ke udara dan masuk ke dalam wadah penampung saat turun hujan. Sejalan dengan itu, menurut Wahyono (2008), diketahui bahwa dalam limbah padat *fiber* terdapat kandungan silika sebesar 63,2%. Sehingga tinginya kadar silika pada titik ini dapat disebabkan oleh serbuk *fiber*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Konsentrasi silika tertinggi yaitu pada titik *Water treatment plant* (11,47 mg/m³) dan konsentrasi terendah pada titik Mushalla (9,75 mg/m³).
2. Konsentrasi silika telah melewati NAB sesuai Per.13/Men/X/2011, yaitu pada titik *Water treatment plant* (11,47 mg/m³), titik Kantor (10,32 mg/m³), titik Jembatan (10,24 mg/m³), titik Sortasi (11,07 mg/m³), titik Pengumpulan tandan kosong (11,04 mg/m³), titik Kolam CPO (10,52 mg/m³), titik Rebusan (11,11 mg/m³), dan titik Parkiran *buldoser* (10,88 mg/m³).
3. Konsentrasi silika yang tidak melewati NAB yaitu di titik Mushalla (9,75 mg/m³), titik Tempat Parkir (9,77 mg/m³), dan titik Gudang (9,92 mg/m³).

Daftar Pustaka

- Costantini, L. M., Gilberti, R. M., & Knecht, D. A. (2011). The phagocytosis and toxicity of amorphous silica. University of Connecticut, United States of America. *Journal of Molecular and Cell Biology*.
- Graille, J., Lozano., & Genestep. (1985). Essais d'alcoolsye d'huiles Vegetales avec des Catalyseurs Naturels pour la Production de Carburants Diesel. *Oleagineux*, 40(5): 271-276.

- Kirk-Othmer. (1998). *Encyclopedia of Chemical Technologi*. 4nd.ed. Vol.7. Interscience Willey.
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor Per.13/Men/X/2011 Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja
- Sami, M. Amir., Sher, WA. (2006). Quantitative estimation of dustfall and smoke particles in Quetta Valley. *Journal of Zhejiang University Science B*. 7(7): 542-547.
- Sepriani, Khariza D., Turyanti, Ana., Kudsy, Mahally. (2013). Sebaran Partikulat (PM₁₀) Pada Musim Kemarau Di Kabupaten Tangerang Dan Sekitarnya. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, Vol.15, No. 2, 2014:89-100.
- SNI 13-4703-1998. Penentuan Kadar Debu di Udara dengan Penangkap Debu Jatuh (*Dustfall Collector*).
- Wang, Jinhe., Zang, Xi., Yang, Qing., Zhang, Kai. (2018). Pollution Characteristics Of Atmospheric Dustfall and Heavy Metals In A Typical Inland Heavy Industry City In China. *Journal of Environmental Sciences*.
- Wahyono, S., Sahwandan, F. L. Dan Suryanto, F. (2008). Tinjauan Terhadap Perkembangan Penelitian Pengolahan Limbah Padat Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 64-74.
- Zahrina, I., Fajril, A., dan Yelmida. (2012). Sintesis ZSM-5 dari Fly Ash Sawit Sebagai Sumber Silika Dengan Variasi Nisbah Molar Si/Al dan Temperatur Sintesis. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, vol. 9, No. 2, 94-99.