

Analisis Konsentrasi SO₂, NO₂ dan Partikulat pada Sumber Emisi Tidak Bergerak (Cerobong) Berbahan Bakar Batubara dan Cangkang (Studi Kasus di Kabupaten Muaro Jambi)

Sugiarto, Peppy Herawati, Anggrika Riyanti*

¹Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Batanghari

*e-mail: anggrika.riyanti@unbari.ac.id

ABSTRAK

Industri pengolahan kelapa sawit yang memproduksi *Crude Palm Oil* (CPO) pada umumnya menggunakan boiler. Proses pembakaran dengan boiler ini akan menghasilkan polutan berupa partikulat (debu), dan gas seperti NO₂ dan SO₂. Di Kabupaten Muaro Jambi, terdapat dua industri pengolahan kelapa sawit yang menggunakan bahan bakar berbeda yaitu batubara dan cangkang kelapa sawit. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan konsentrasi SO₂, NO₂ dan Partikulat yang dihasilkan dari pembakaran boiler yang menggunakan bahan bakar batubara dan cangkang kelapa sawit. Data primer yang diambil berupa konsentrasi SO₂, NO₂ dan partikulat serta data meteorologi. Data sekunder yang diambil berupa peta wilayah, ketinggian dan diameter boiler, serta kapasitas produksi. Waktu pengambilan sampel yaitu pada pagi, siang dan sore hari yang di ulang sebanyak 3 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan konsentrasi NO₂ dan SO₂ yang dihasilkan dari boiler berbahan bakar batubara lebih tinggi dari boiler berbahan bakar cangkang, namun keduanya masih berada dibawah baku mutu PermenLH Nomor 07 Tahun 2007. Konsentrasi partikulat pada industri pengolahan kelapa sawit yang menggunakan boiler berbahan bakar batubara berada diatas nilai baku mutu, sedangkan boiler berbahan bakar cangkang kelapa sawit masih memenuhi nilai baku mutu.

Kata kunci : Batubara; Cangkang Kelapa Sawit; NO₂; Partikulat; SO₂.

ABSTRACT

The palm oil processing industry in which produces Crude Palm Oil (CPO) generally uses boilers. The combustion process with a boiler will produce pollutants in the form of particulates (dust), and gases such as NO₂ and SO₂. There are two palm oil processing industries in Muaro Jambi District that use different fuels: coal and oil palm shell. The purpose of this study was to determine the ratio of SO₂, NO₂ and particulate concentration in industries that use coal and oil palm shell. Primary data taken in the form of concentrations of SO₂, NO₂ and particulates also meteorological data. Secondary data taken in the form of map area, height and diameter of the boiler, and production capacity. Sampling time is in the morning, afternoon and evening which is repeated in 3 times. The results showed that the comparison of NO₂ and SO₂ concentrations produced from coal-fired boilers was higher than shell-fired boilers, but both were still below the quality standard. Particulate concentrations in the palm oil processing industry that use coal-fired boilers are above the quality standard, while shell-fired boilers still meet quality standards.

Keyword : Coal; Palm oil shell; NO₂; Partikulat; SO₂.

1. Pendahuluan

Sektor industri merupakan salah satu sektor yang meningkatkan pertumbuhan ekonomi di provinsi Jambi. Data BPS tahun 2015 mencatat sebanyak 116 perusahaan industri yang beroperasi di provinsi Jambi dengan jumlah industri terbanyak terdapat di wilayah Kabupaten Muaro Jambi yaitu berjumlah 30 perusahaan. Industri tersebut mayoritas bergerak dalam bidang pengolahan kelapa sawit dengan hasil produksi berupa *Crude Palm Oil* (CPO).

Untuk memproduksi *Crude Palm Oil* (CPO) industri pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi menggunakan peralatan industri berupa boiler. Boiler adalah salah satu peralatan industri yang intensif mengkonsumsi bahan bakar seperti minyak solar, biomassa padat, batubara, ataupun gas alam (Komariah *et.al*, 2014).

Menurut Setiawan *et.al*, (2012) proses pembakaran pada boiler menghasilkan abu dan akan terbawa bersama gas pembakaran melalui ruang bakar dan cerobong dalam bentuk abu terbang (*fly ash*)

dengan jumlah mencapai kurang lebih 80 persen, dan sisanya sebanyak kurang lebih 20 persen dalam bentuk abu dasar (*bottom ash*).

Proses pembakaran dengan boiler akan menghasilkan polutan berupa emisi gas buang yang dikeluarkan cerobong. Emisi udara yang dikeluarkan tersebut umumnya mengandung bahan pencemar berupa partikulat (debu), ataupun berupa gas seperti NO_2 dan SO_2 . Bahan pencemar tersebut umumnya bersifat sangat toksik, mudah bereaksi dan menyebar sesuai arah angin yang dapat mencemari lingkungan.

Emisi gas buang seperti NO_2 , SO_2 dan partikulat mengganggu keseimbangan unsur-unsur di udara. Keadaan kualitas udara di lingkungan industri ditentukan oleh emisi yang keluar dari cerobong pabrik. Kecepatan angin, arah angin, temperatur, dan stabilitas atmosfer adalah faktor meteorologi yang sangat berpengaruh dalam penyebaran polutan. Banyaknya polutan yang dikeluarkan secara tetap dari cerobong asap akan terbawa angin dengan kecepatan dalam arah horizontal dengan kerapatan massa.

Kabupaten Muaro Jambi memiliki beberapa industri pengolahan kelapa sawit, antara lain yaitu PT. Kurnia Tunggal Nugraha yang menggunakan boiler berbahan bakar batubara dan PT Sungai Bahar Pasifik Utama yang menggunakan boiler berbahan bakar cangkang. Kapasitas produksi dari kedua perusahaan adalah 45 ton/jam dengan konsentrasi rata-rata emisi gas buang pada tahun 2017 yang dihasilkan oleh PT. Kurnia Tunggal Nugraha yaitu SO_2 sebesar 42,0 mg/ Nm^3 , NO_2 sebesar 79,1 mg/ Nm^3 dan partikulat 144,0 mg/ Nm^3 . Sedangkan konsentrasi rata-rata emisi gas buang yang dihasilkan pada PT Sungai Bahar Pasifik Utama yaitu SO_2 sebesar 30,3 mg/ Nm^3 , NO_2 sebesar 77,3 mg/ Nm^3 dan partikulat 138,6 mg/ Nm^3 (Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jambi, 2017).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan konsentrasi SO_2 , NO_2 dan partikulat pada emisi gas buang industri pengolahan kelapa sawit yang menggunakan bahan bakar batubara dan cangkang kelapa sawit.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Kabupaten Muaro Jambi pada bulan Mei – Juni 2018. Sampling kualitas udara emisi dalam penelitian ini dilakukan pada dua perusahaan berbeda, masing-masing menggunakan bahan bakar batubara dan cangkang kelapa sawit. Perusahaan yang dijadikan sebagai sampel yaitu ;

1. PT. Kurnia Tunggal Nugraha (batubara) Desa Talang Duku, Kecamatan Taman Rajo Kabupaten Muaro Jambi.
2. PT Sungai Bahar Pasifik Utama (cangkang kelapa sawit) Desa Niaso Kecamatan Muaro sebo Kabupaten Muaro Jambi. Lokasi sampling secara umum berada dalam wilayah Kabupaten Muaro

Data yang diambil dalam penelitian ini adalah data kuantitatif, meliputi data primer dan data sekunder. Data primer berupa hasil pengukuran konsentrasi SO_2 , NO_2 dan partikulat dari cerobong pada perusahaan PT. Kurnia Tunggal Nugraha dan PT Sungai Bahar Pasifik

Utama. Data sekunder berupa data meteorologi diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Meteorologi Klas I Sultan Thaha Jambi antara lain peta wilayah, kondisi geografis, ketinggian dan diameter Boiler dan kapasitas produksi.

Metode yang digunakan untuk parameter SO_2 dan NO_2 diukur dengan metode turbidimetri menggunakan alat spektrofotometer menurut SNI 19-7117.3.1-2005 untuk parameter SO_2 , dan SNI 19-7117.5-2005 untuk parameter NO_2 . Partikulat dihisap dan disaring dengan *filter microfiber thimbles*, kemudian kadarnya ditentukan dengan metode gravimetric menurut SNI 19-7117.12-2005.

Peralatan yang digunakan saat pengukuran dalam melakukan pengukuran udara emisi menggunakan alat sampling udara emisi yaitu Stack Gas Sampler model EG – 05C untuk mengukur konsentrasi NO_2 , SO_2 serta *Probe stick* pengambilan contoh uji gas dan partikulat beserta nozzle ukuran 10 mm. Alat untuk pengukuran meteorologi: suhu, tekanan, kelembaban dan kecepatan angin. Kemudian analisis konsentrasi parameter dilakukan di laboratorium dengan menggunakan spektrofotometer. Kemudian dilakukan analisis terhadap hasil laboratorium dan membandingkan tingkat konsentrasi pencemar dengan bahan bakar yang berbeda serta faktor yang mempengaruhinya. Baku mutu yang digunakan adalah Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 07 Tahun 2007 Tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak Bagi Ketel Uap.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kapasitas Produksi

Hasil penelitian terhadap kapasitas produksi pada kedua perusahaan di Kabupaten Muaro Jambi diperoleh data yang disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Data Ukuran boiler, jumlah bahan bakar dan produksi pada industri yang menggunakan bahan bakar cangkang dan batubara di Kabupaten Muaro Jambi

Bahan Bakar	Ukuran Boiler		Jumlah Bahan Bakar (Ton/Jam)	Produksi (Ton/Jam)
	Tinggi (m)	Diameter (m)		
Cangkang	18 – 21	1,5	4,9	45
Batubara	18 – 21	1,5	4,7	45

Data pada tabel diatas menunjukkan bahwa untuk menghasilkan produksi sebesar 45 ton/jam dengan ukuran boiler yang cenderung sama membutuhkan jumlah bahan bakar berbeda yaitu 4,9 ton/jam untuk penggunaan cangkang kelapa sawit dan 4,7 ton/jam untuk penggunaan batubara.

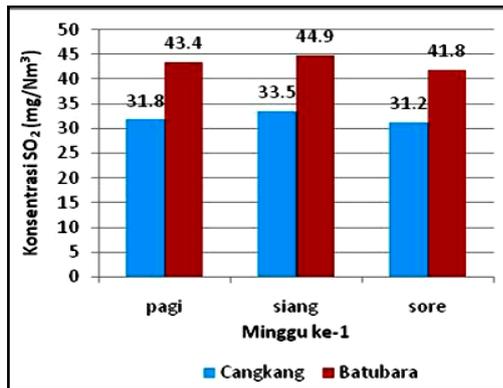
3.2 Perbandingan Hasil Pengukuran Konsentrasi Polutan pada Boiler Berbahan Bakar Cangkang dan Batubara

Hasil penelitian terhadap konsentrasi polutan dari boiler yang menggunakan bahan bakar batubara pada

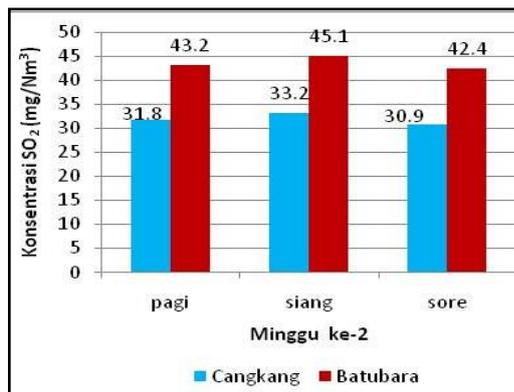
PT. Kurnia Tunggal Nugraha dan bahan bakar Cangkang pada PT Sungai Bahar Pasifik Utama yang diambil pada pagi jam 06,00 – 08.00, siang jam 12.00 – 14.00 dan sore jam 16.00 – 18.00 menunjukkan adanya perbedaan. Berikut perbandingan konsentrasi dari parameter yang diukur.

Perbandingan Konsentrasi SO_2

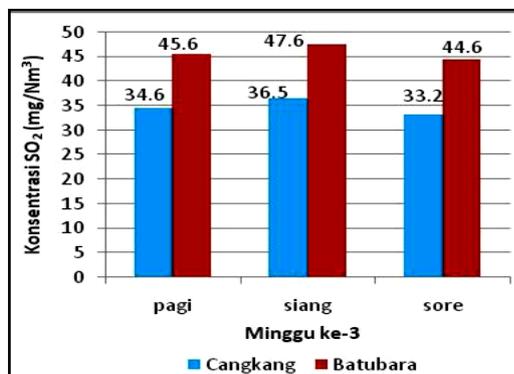
Hasil penelitian untuk konsentrasi SO_2 pada kedua industri berbahan bakar berbeda disajikan pada Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3.



Gambar 1. Perbandingan rerata konsentrasi SO_2 pada boiler berbahan bakar cangkang dan batubara minggu ke-1



Gambar 2. Perbandingan konsentrasi SO_2 pada boiler berbahan bakar cangkang dan batubara minggu ke-2



Gambar 3. Perbandingan konsentrasi SO_2 pada boiler berbahan bakar cangkang dan batubara minggu ke-3

Berdasarkan data rata-rata konsentrasi SO_2 pada Gambar 1,2, dan 3, maka diperoleh data selisih angka konsentrasi SO_2 pada perusahaan yang menggunakan bahan bakar batubara dan cangkang yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan konsentrasi gas SO_2 antara industri yang menggunakan bahan bakar cangkang dengan batubara, baik itu pada pagi, siang dan sore hari. Konsentrasi SO_2 cenderung lebih tinggi pada boiler berbahan bakar batubara dengan selisih sebesar 11,13 mg/Nm³ pada pagi hari, 11,47 mg/Nm³ pada siang hari dan 11,17mg/Nm³ pada sore hari.

Tabel 2. Perbandingan rerata konsentrasi SO_2 pada boiler berbahan bakar batubara dan cangkang pada industri pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi

No	Bahan Bakar Boiler	Satuan	Pagi	Siang	Sore
1	Cangkang	mg/Nm ³	32.93	34.40	31.77
2	Batubara	mg/Nm ³	44.07	45.87	42.93
	Selisih		11,13	11,47	11,17

Data diatas menunjukkan bahwa konsentrasi SO_2 pada industri berbahan bakar batubara lebih tinggi dari bahan bakar cangkang baik itu pada pagi, siang dan sore hari. Tingginya konsentrasi SO_2 yang dihasilkan dari boiler berbahan bakar batubara disebabkan oleh kadar sulfur yang terkandung di dalam batubara lebih tinggi dari pada di dalam cangkang. Menurut Bahrin, *et al* (2011) kandungan sulfur dalam batubara mencapai 0,56%, sedangkan didalam cangkang kelapa sawit hanya mencapai 0,01%. Tingginya kandungan sulfur dalam batubara menyebabkan tingginya konsentrasi SO_2 yang dihasilkan dari proses pembakaran.

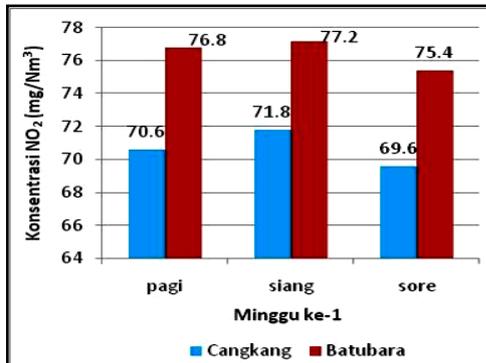
Umumnya batubara memiliki kandungan sulfur 0,44%, hanya batubara yang berkualitas baik yang memiliki kandungan dibawah 0,44%. Proses pembakaran dengan menggunakan batubara kualitas rendah dapat menyebabkan keluaran emisi SO_2 yang tinggi (Nugrainy *et al*, 2015). Lebih lanjut dinyatakan oleh Setiawan *et al* (2012), Tingginya kadar SO_2 yang keluar dari cerobong boiler berbahan bakar batubara disebabkan oleh kadar belerang yang terkandung dalam batubara yang cukup tinggi sehingga pada saat pembakaran terjadi reaksi oksidasi belerang menghasilkan SO_2 . Kadar belerang dalam batubara bahan bakar boiler sebaiknya < 1%. Penyebab lainnya dapat terjadi karena alat pengabsorpsi gas SO_2 belum optimal. Dampak negatif dari tingginya kadar SO_2 yang dibuang ke lingkungan terhadap kesehatan adalah dapat menyebabkan penyakit penyempitan saluran pernafasan pada penderita asma, serangan pada penderita penyakit respiratori akut, iritasi tenggorokan dan edema.

Perbandingan Konsentrasi NO_2

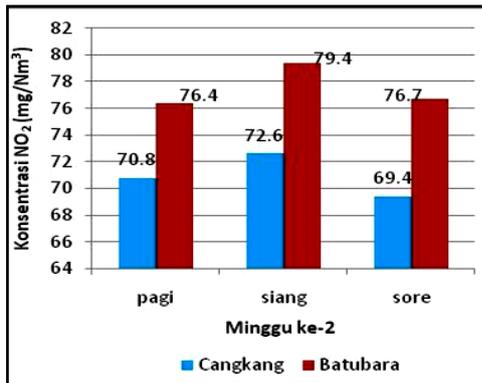
Hasil penelitian untuk konsentrasi NO_2 pada kedua industri yang diukur pada pagi, siang dan sore hari

dengan pengambilan sampel diulang sebanyak 3 kali disajikan pada gambar 4,5 dan 6.

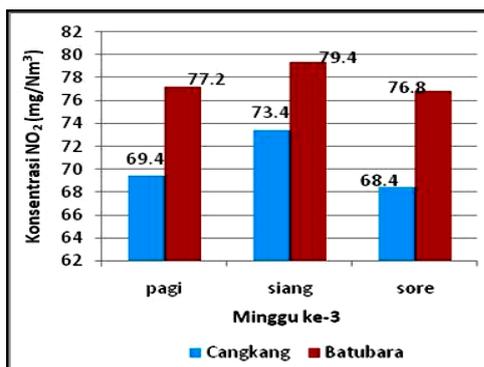
Berdasarkan data rata-rata konsentrasi NO_2 pada Gambar 4,5 dan 6, maka diperoleh selisih angka konsentrasi NO_2 pada boiler berbahan bakar cangkang dan batubara, yang disajikan pada Tabel 3.



Gambar 4. Perbandingan konsentrasi NO_2 pada boiler berbahan bakar cangkang dan batubara minggu ke-1



Gambar 5. Perbandingan konsentrasi NO_2 pada boiler berbahan bakar cangkang dan batubara minggu ke-2



Gambar 6. Perbandingan konsentrasi NO_2 pada boiler berbahan bakar cangkang dan batubara minggu ke-3

Tabel 3 memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan konsentrasi gas NO_2 antara industri yang menggunakan bahan bakar cangkang dengan batubara, baik itu pada pagi, siang dan sore hari. Konsentrasi NO_2 cenderung lebih tinggi pada boiler berbahan bakar batubara dengan selisih sebesar $6,53 \text{ mg/Nm}^3$ pada pagi

hari, $6,23 \text{ mg/Nm}^3$ pada siang hari dan $7,17 \text{ mg/Nm}^3$ pada sore hari.

Tabel 3. Perbandingan rerata konsentrasi NO_2 pada boiler berbahan bakar batubara dan cangkang pada industri pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi

No	Bahan Bakar Boiler	Satuan	Pagi	Siang	Sore
1	Cangkang	mg/Nm^3	70.27	72.60	69.13
2	Batubara	mg/Nm^3	76.80	78.83	76.30
Selisih		mg/Nm^3	6.53	6.23	7.17

Hasil penelitian terhadap parameter NO_2 juga menunjukkan bahwa konsentrasi NO_2 yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar batubara cenderung lebih tinggi dari penggunaan bahan bakar cangkang. Tingginya konsentrasi NO_2 pada boiler berbahan bakar batubara diduga disebabkan oleh kandungan karbon pada batubara lebih tinggi dari pada cangkang. Menurut Syafruddin dan Hanesya (2012) kadar karbon di dalam batubara adalah 44,54% sedangkan cangkang kelapa sawit mengandung karbon sebesar 21,34%. Kandungan karbon yang tinggi pada batubara akan menyebabkan terjadinya proses oksidasi yang menghasilkan gas NO_2 yang tinggi pula (Samiaji, 2012).

Emisi NO_2 merupakan unsur dominan yang muncul akibat pengoperasian boiler pembakaran batubara. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap timbulnya emisi NO_2 pada boiler batubara adalah kualitas material batubara yang digunakan. Ketersediaan batubara di pasar pada umumnya memiliki karakteristik dan sifat – sifat yang beragam dari waktu ke waktu, sehingga operator boiler harus memiliki suatu pengetahuan terhadap masalah ini untuk mencapai petunjuk kerja pembakaran yang optimal bagi proses produksi.

Selain itu, solusi lain pencegahan pencemaran udara akibat NO_2 adalah kemampuan untuk mengendalikan pembentukan NO_2 dari bahan bakar batubara dengan menerapkan proses yang tepat. Pembentukan NO_2 pada api merupakan fungsi dari temperatur yang berbanding lurus dengan pemekatan efisiensi pembakaran, namun berbanding terbalik dengan pembentukan NO_2 .

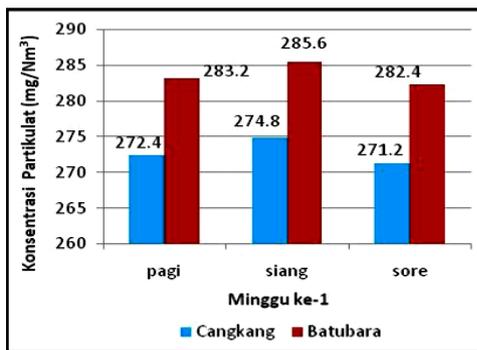
Karakteristik bahan bakar yang dominan dalam mempengaruhi emisi NO_2 meliputi kandungan yang dimiliki dan kondisi ukuran butir bahan bakar (kehalusan). Emisi NO_2 dipengaruhi oleh kandungan nitrogen batubara dan zat terbang (*volatile matter*) batubara. Peningkatan kandungan nitrogen pada batubara selalu menyebabkan peningkatan emisi NO_2 . Sedangkan peningkatan kandungan zat terbang menghasilkan peningkatan emisi NO_2 . dalam kondisi pembakaran normal, tetapi emisi NO_2 akan menurun dalam kondisi pembakaran lanjut.

Karakteristik batubara mempengaruhi emisi NO_2 . Peningkatan kehalusan butir batubara secara umum akan meningkatkan emisi NO_2 pada kondisi pembakaran awal. Tetapi dalam kondisi pembakaran lanjut peningkatan kehalusan butir dapat menurunkan

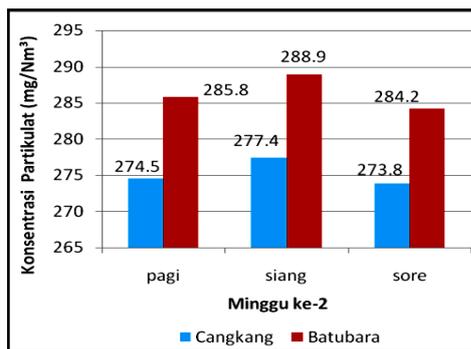
emisi gas NO_2 (Furqon dan Sugiyana, 2012). Hal ini disebabkan oleh terjadinya peningkatan masukan dan konversi lebih tinggi dari senyawa nitrogen menjadi bahan bakar teroksidasi pada pembakaran bersih.

Perbandingan Konsentrasi Partikulat

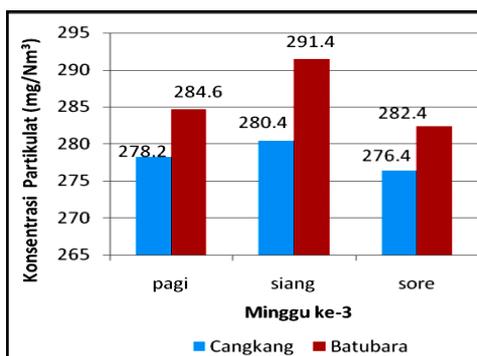
Hasil penelitian untuk konsentrasi Partikulat pada kedua industri yang diukur pada pagi, siang dan sore hari dengan pengambilan sampel diulang sebanyak 3 kali disajikan pada Gambar 7, 8 dan 9.



Gambar 7. Perbandingan konsentrasi partikulat pada boiler berbahan bakar cangkang dan batubara minggu ke-1



Gambar 8. Perbandingan konsentrasi partikulat pada boiler berbahan bakar cangkang dan batubara minggu ke-2



Gambar 9. Perbandingan konsentrasi partikulat pada boiler berbahan bakar cangkang dan batubara minggu ke-3

Berdasarkan data konsentrasi partikulat pada boiler berbahan bakar cangkang dan batubara, maka diperoleh data selisih angka konsentrasi yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan konsentrasi gas partikulat antara industri yang

menggunakan bahan bakar cangkang dengan batubara, baik itu pada pagi, siang dan sore hari. Konsentrasi partikulat cenderung lebih tinggi pada boiler berbahan bakar batubara dengan selisih sebesar 9,50 pada pagi hari, 11,10 pada siang hari dan 9,20 pada sore hari.

Tabel 4. Perbandingan rerata konsentrasi partikulat pada boiler berbahan bakar batubara dan cangkang pada industri pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi

No	Bahan Bakar Boiler	Satuan	Pagi	Siang	Sore
1	Cangkang	mg/Nm ³	275,03	277,53	273,80
2	Batubara	mg/Nm ³	284,53	288,63	283,00
	Selisih	mg/Nm ³	9.50	11.10	9.20

Untuk parameter partikulat pada penelitian ini juga menunjukkan konsentrasi yang lebih tinggi pada industri berbahan bakar batubara dari pada berbahan bakar cangkang. Partikel debu dalam emisi gas buang terdiri dari bermacam-macam komponen. Bukan hanya berbentuk padatan tapi juga berbentuk cairan yang mengendap dalam partikel debu.

Tingginya kadar partikulat cerobong boiler yang diatas baku mutu emisi dapat disebabkan oleh banyak faktor diantaranya bahan baku batubara, boiler alat, dan juga pengendali emisi partikulat seperti saringan kain (*bag filter*) atau *wet scrubber* di boiler belum optimal. Konsentrasi partikulat pada boiler berbahan bakar batubara diduga terjadi karena tingginya kandungan karbon dan SO pada batubara. Beberapa kandungan partikulat adalah karbon, SOF (*Soluble Organic Fraction*), debu, SO₄, dan H₂O (Sugiarti, 2009).

Selain itu tingginya kadar partikulat karena terjadinya pembakaran yang tidak sempurna. Batubara yang tidak terbakar sempurna akan menyebabkan pembentukan karbondioksida, asap dan debu. Batubara yang diambil dari dalam tanah memungkinkan mengandung partikel debu tanah. Dalam debu tersebut terkandung unsur debu sendiri dan beberapa kandungan metal oksida sehingga kadar partikulat yang dihasilkan dari proses pembakaran akan meningkat.

Pada proses ekspansi selanjutnya di atmosfer, kandungan metal dan debu tersebut membentuk partikulat. Beberapa unsur kandungan partikulat adalah karbon, SOF (*Soluble Organic Fraction*), debu, SO₄, dan H₂O. Sebagian benda partikulat keluar dari cerobong pabrik sebagai asap hitam tebal, tetapi yang paling berbahaya adalah butiran-butiran halus sehingga dapat menembus bagian terdalam paru-paru.

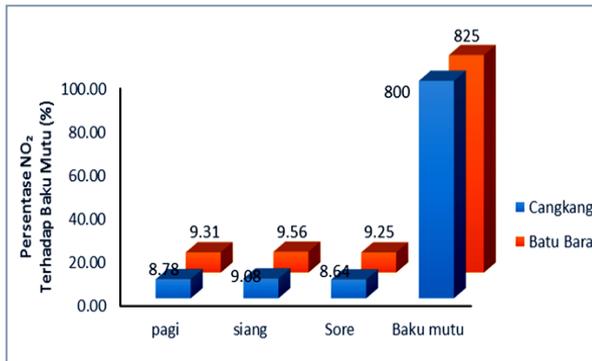
Dampak negatif dari tingginya kadar partikulat yang dibuang ke lingkungan terhadap kesehatan adalah dapat menyebabkan penyakit saluran pernafasan. Dampak lebih serius bila partikulat bersifat asam, toksik atau karsinogenik.

3.2. Perbandingan Konsentrasi SO_2 , NO_2 dan Partikulat Terhadap Baku Mutu

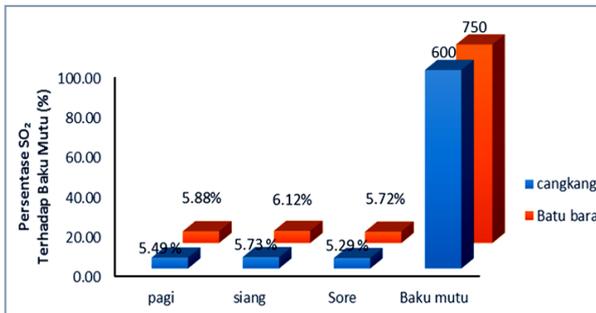
Perbandingan konsentrasi SO_2 terhadap nilai baku mutu PermenLH Nomor 07 Tahun 2007 pada industri

yang menggunakan bahan bakar cangkang dan batubara disajikan pada Gambar 10.

Gambar 10 menunjukkan nilai persentase yang lebih rendah dari nilai baku mutu. Untuk nilai NO_2 dari boiler berbahan bakar cangkang sebesar 5,49% (pagi), 5,73% (siang) 5,29% (sore) dari nilai baku mutu (600 mg/Nm^3). Sedangkan untuk penggunaan batubara yaitu 5,88% (pagi), 6,12% (siang), 5,72% (sore) dari nilai baku mutu (750 mg/Nm^3). Perbandingan konsentrasi NO_2 terhadap nilai baku mutu pada industri yang menggunakan bahan bakar cangkang dan batubara disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 11.



Gambar 10. Persentase konsentrasi NO_2 pada industri berbahan bakar cangkang dan batubara terhadap nilai baku mutu emisi gas buang



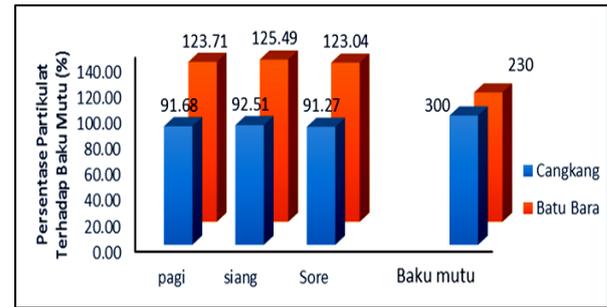
Gambar 11. Persentase konsentrasi SO_2 Pada industri berbahan bakar cangkang dan batubara terhadap nilai baku mutu emisi gas buang

Data pada Gambar 11 menunjukkan nilai persentase yang lebih rendah dari nilai baku mutu. Untuk nilai NO_2 dari boiler berbahan bakar cangkang sebesar 8,78% (pagi), 9,08% (siang) 8,64% (sore) dari nilai baku mutu (800 mg/Nm^3). Sedangkan untuk penggunaan batubara yaitu 9,31% (pagi), 9,56% (siang), 9,25% (sore) dari nilai baku mutu (825 mg/Nm^3).

Perbandingan konsentrasi partikulat terhadap nilai baku mutu pada industri yang menggunakan bahan bakar cangkang dan batubara disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 12.

Data pada Gambar 12 menunjukkan bahwa industri yang menggunakan bahan bakar cangkang memiliki nilai persentase yang lebih rendah dari nilai baku mutu yaitu sebesar 91,68% (pagi), 92,51% (siang) 91,27% (sore) dari nilai baku mutu (300 mg/Nm^3). Sedangkan untuk penggunaan batubara menghasilkan

partikulat yang lebih tinggi dari baku mutu yaitu 123,71% (pagi), 125,49% (siang), 123,04% (sore) dari nilai baku mutu (230 mg/Nm^3).



Gambar 12. Persentase konsentrasi partikulat pada industri berbahan bakar cangkang dan batubara terhadap nilai baku mutu emisi gas buang

3.3. Pengaruh Kondisi Meteorologi Terhadap Konsentrasi SO_2 , NO_2 dan Partikulat

Hasil penelitian terhadap kondisi meteorologi pada kedua perusahaan di Kabupaten muaro Jambi diperoleh data yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Data pengukuran meteorologi di Kabupaten Muaro Jambi

No	Parameter	Pagi jam 06.00- 08.00	Siang jam 12.00- 14.00	Sore jam 16.00- 18.00
1	Suhu Udara	26,0- 28,4°C	31,5- 32,3°C	30,3- 31,0°C
2	Kecepatan Angin	2,1-4,5 Km/jam	2,7-5,1 Km/jam	2,4-4,9 Km/jam
3	Kelembaban	58,3 – 62,4 %	58,2 - 60,0 %	58,2 – 62,5 %

Suhu

Tabel diatas memperlihatkan bahwa parameter meteorologi sangat bervariasi tergantung pada waktu pengukuran. Parameter meteorologi yang sangat dominan adalah suhu dimana pada pagi hari suhu rendah ($26 - 28,4^{\circ}\text{C}$) dan meningkat pada siang hari ($31,5 - 32,3^{\circ}\text{C}$) dan menurun kembali pada sore hari ($30,3 - 31,0^{\circ}\text{C}$).

Tinggi rendahnya konsentrasi SO_2 , NO_2 dan partikulat diduga terjadi akibat adanya perubahan temperatur. Konsentrasi SO_2 , NO_2 dan partikulat yang rendah pada pagi hari dipengaruhi oleh kondisi suhu yang cenderung rendah. Pada saat suhu rendah kadar air udara meningkat dan akan turun kebawah dalam bentuk partikel mikro yang sering disebut sebagai embun. Peningkatan kadar air tersebut akan menangkap dan menjerap gas SO_2 , NO_2 dan partikulat sehingga konsentrasi gas tersebut akan rendah.

Terjadinya peningkatan konsentrasi gas SO_2 , NO_2 dan partikulat pada siang hari disebabkan oleh peningkatan suhu udara. Penyerapan gas oleh air yang terjadi pada pagi hari akan menguap seiring dengan peningkatan suhu. Air yang menguap akan membawa partikel dan gas sehingga konsentrasinya akan kembali

meningkat terutama pada siang hari. Sedangkan pada sore hari suhu udara perlahan turun dan kembali mempengaruhi penurunan konsentrasi gas SO_2 , NO_2 dan partikulat.

Suhu tinggi pada ruang bakar dan peningkatan suhu udara pada siang hari menyebabkan terjadinya reaksi oksidasi antara Nitrogen dengan oksigen yang menghasilkan gas NO_2 . Septifan (2010) menyatakan bahwa mekanisme thermal NO_2 menyebabkan peningkatan konsentrasi NO_2 karena adanya reaksi nitrogen yang beroksidasi dengan oksigen pada suhu tinggi di dalam ruang bakar, sekitar $>1800^\circ K$.

Kelembaban

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kelembaban udara berfluktuasi sesuai dengan waktu pengukuran. Kondisi rata-rata kelembaban pada pagi hari (58,3 – 62,4%) dan turun pada siang hari (58,2 – 60,0%) dan meningkat kembali pada sore hari (58,2–62,5%).

Jika kelembaban tinggi maka nilai konsentrasi NO_2 , SO_2 dan partikulat akan rendah, sebaliknya jika kelembaban rendah maka nilai konsentrasi NO_2 , SO_2 dan partikulat akan tinggi. Kelembaban yang paling rendah terjadi pada siang hari dengan nilai konsentrasi NO_2 , SO_2 dan partikulat yang paling tinggi. Kelembaban sendiri merupakan nilai konsentrasi air dalam udara. Semakin rendah kelembaban maka akan semakin kering udara, dan sebaliknya jika kelembaban tinggi maka udara akan semakin basah. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Setiawan, *et.al* (2012), dimana air memiliki kemampuan untuk menyerap dan menangkap gas SO_2 , NO_2 dan partikulat sehingga sering digunakan sebagai filter dalam pengendali emisi pada industri yang menggunakan bahan bakar fosil. Sistem pengendali emisi tersebut dikenal dengan sistem *wet scrubber*.

Prinsip *wet scrubber* ialah emisi gas buang yang mengandung partikulat, gas SO_2 , NO_2 dan lainnya disemprot dengan cairan penyerap untuk menangkapnya sehingga cairan yang mengandung partikulat, gas SO_2 , dan lainnya, dapat ditampung pada bak dan selanjutnya diendapkan. Air dari hasil pengendapan dapat digunakan kembali sehingga terjadi *recycle* (Setiawan *et.al*, 2012).

Kecepatan Angin

Kondisi rata-rata kecepatan angin pada pagi hari (2,1 – 4,5 km/jam) dan meningkat pada siang hari (2,7 – 5,1 km/jam) dan turun pada sore hari (2,4 – 4,9 Km/jam). Semakin tinggi kecepatan angin maka polutan akan semakin mudah tersebar ke udara bebas, sedangkan kondisi arah angin akan mempengaruhi sejauh mana polutan akan terbawa oleh angin.

Arah angin dan kecepatan angin akan sangat mempengaruhi konsentrasi NO_2 , SO_2 dan partikulat di lapangan, semakin tinggi kecepatan angin konsentrasi NO_2 akan semakin kecil karena polutan terbawa angin menjauhi lokasi pengukuran sedangkan arah angin akan sangat mempengaruhi konsentrasi NO_2 , SO_2 dan partikulat pada kedua lokasi. Partikel berukuran lebih

kecil akan tinggal lama di udara dan menyebar secara global mengikuti arus angin yang membawanya.

Namun dalam penelitian ini konsentrasi emisi gas buang justru terjadi pada siang hari pada saat terjadinya kecepatan angin tertinggi yaitu yang terjadi 2,7 – 5,1 Km/jam dengan rata-rata nilai konsentrasi SO_2 sebesar 34,40mg/Nm³ untuk bahan bakar cangkang dan 45,87mg/Nm³ untuk batubara, sedangkan konsentrasi NO_2 untuk bahan bakar cangkang sebesar 72,60 mg/Nm³ dan 78,83 mg/Nm³ untuk batubara. Konsentrasi partikulat tertinggi juga terjadi pada saat kecepatan angin tinggi yaitu 277,53 mg/Nm³ untuk bahan bakar cangkang dan 288,63 mg/Nm³ untuk batubara. Hal ini terjadi karena sampling dilakukan diatas cerobong jadi kemungkinan pengaruh penyebaran polutan oleh angin sangat kecil sehingga konsentrasi emisi gas buang cenderung tinggi.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi pencemar (SO_2 , NO_2 , dan partikulat) cenderung lebih tinggi pada industri pengolahan kelapa sawit yang menggunakan bahan bakar batubara daripada cangkang kelapa sawit. Hal ini dikarenakan kandungan karbon dan sulfur pada batubara lebih tinggi daripada cangkang sehingga emisi gas buang yang dihasilkan juga lebih tinggi. Secara keseluruhan, konsentrasi ketiga pencemar masih memenuhi baku mutu PermenLH Nomor 07 Tahun 2007. Hanya parameter partikulat hasil pembakaran boiler berbahan bakar batubara yang melebihi baku mutu (230 mg/Nm³), dengan rata-rata sebesar 285,38 mg/Nm³. Kondisi meteorologi dan waktu juga mempengaruhi tinggi rendahnya konsentrasi gas pencemar, dimana pada siang hari konsentrasinya cenderung lebih tinggi daripada pagi dan sore hari, karena adanya pengaruh peningkatan suhu dan kelembaban yang rendah.

Daftar Pustaka

- Furqon, M. dan Sugiyana D. (2012). Pengaruh Karakteristik Batubara dan Proses Pembakaran pada Boiler Batubara Bubuk (Pulverized Coal) terhadap Emisi Nox di Industri Tekstil. *Jurnal Ilmiah Arena Tekstil*. **27(1)**, 1-5.
- Komariah, Leily Nurul, et.al. (2014). Analisa Emisi NOx Pada Boiler Firetube Berbahan Bakar Biodiesel Sawit. *Jurnal Teknik Kimia*. **20(3)**, 49-56.
- Nugrainy, G. S., et. al. (2015). Upaya Penurunan Emisi SO_2 Dari Bahan Bakar Batubara Kualitas Rendah (Tipe: *Subbituminous*) dengan Campuran Batu Kapur (*Limestone*) pada Proses Pembakaran. *Jurnal Teknik Lingkungan*. **4(1)**, 1-12.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 07 Tahun 2007 Tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak Bagi Ketel Uap.
- Samiaji, T. (2012). Karakteristik Gas N_2O (Nitrogen Oksida) di Atmosfer Indonesia. *Berita Dirgantara*. **13(4)**, 147-154.
- Septifan, N. (2010). Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran Lingkungan, Departemen Perindustrian R.I. Jakarta.

- Setiawan, Y., Surahman, A., Kailani, Z. (2012). Pencemaran Emisi Boiler Menggunakan Batubara Pada Industri Tekstil Serta Kontribusinya Terhadap Gas Rumah Kaca (GRK). *Jurnal Ilmiah Arena Tekstil*. **27(2)**, 55-101.
- SNI 19-7117.3.1-2005 . Emisi gas buang – Sumber Tidak Bergerak –Bagian 3: Oksida-oksida sulfur (SOX) –Seksi 1: Cara Uji Dengan Metoda Turbidimetri Menggunakan Spektrofotometer.
- SNI 19-7117.5-2005. Emisi gas buang – Sumber Tidak Bergerak –Bagian 5: Cara uji oksida-oksida nitrogendengan metoda Phenol Disulphonic Acid (PDS) Menggunakan Spektrofotometer.
- SNI 19-7117.12-2005. Emisi gas buang – Sumber Tidak Bergerak –Bagian 12: Penentuan Total Partikel Secara Isokinetik
- Sugiarti. (2009). Gas Pencemar Udara Dan Pengaruhnya Bagi Kesehatan Manusia. *Jurnal Chemica*. **10(1)**, 50-58.
- Syafriuddin dan Hanesya R. (2012). Perbandingan Penggunaan Energi Alternatif Bahan Bakar Serabut (Fiber) dan Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Bahan Bakar Batubara dan Solar Pada Pembangkit Listrik, dipresentasikan pada prosiding *Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III* (Yogyakarta, 3 November 2012), 162-170. ISSN: 1979-911X.