



KONDISI KUALITAS UDARA (SO₂, NO₂, PM₁₀ DAN PM_{2,5}) DI DALAM RUMAH DI SEKITAR CILEGON DAN GANGGUAN PERNAPASAN YANG DIAKIBATKANNYA

INDOOR AIR QUALITY (SO₂, NO₂, PM₁₀ AND PM_{2,5}) IN HOUSES AND RESPIRATORY DISORDERS INVOLVED

Ferina Rahim^{1,2*}, Yeremiah R. Camin²

¹Sekolah Pasca Sarjana, Prodi Magister Biologi Universitas Nasional

²Fakultas Biologi Universitas Nasional

*Corresponding author: ferina.rahim@yahoo.com

Naskah Diterima: 24 Juli 2017; Direvisi: 27 Februari 2018; Disetujui: 16 Maret 2018

Abstrak

Kualitas udara sangat dipengaruhi aktivitas yang dilakukan oleh manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas udara PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂ dan NO₂ di dalam rumah di wilayah Cilegon serta aktivitas penghuni rumah dan gangguan pernapasan yang dialami penghuni rumah. Metode analisis data yang digunakan adalah uji statistik regresi linear untuk mengetahui hubungan antara kualitas udara PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂ dan NO₂ dengan aktivitas penghuni rumah dan gangguan pernapasan. Penelitian ini ditemukan 9 rumah memiliki konsentrasi PM₁₀ dan PM_{2,5} melebihi baku mutu yang ditentukan. Sebagian besar penghuni melakukan aktivitas merokok di dalam rumah dan kegiatan membakar sampah di pekarangan rumah, sehingga sebagian besar penghuni rumah mengalami gangguan pernapasan. Pada analisis regresi diketahui bahwa aktivitas penghuni rumah mempengaruhi konsentrasi PM₁₀ sebanyak 24%, konsentrasi PM_{2,5} sebanyak 12%, konsentrasi SO₂ sebanyak 2% dan konsentrasi NO₂ sebanyak 4% serta konsentrasi zat polutan tersebut mempengaruhi gangguan pernapasan penghuni rumah sebanyak 25%. Aktivitas merokok di dalam rumah berhubungan dengan konsentrasi PM₁₀ di udara dan gangguan pernapasan yang dialami oleh penghuni rumah berhubungan dengan konsentrasi SO₂ di dalam rumah. Penelitian ini memberi kesadaran bahwa kualitas udara di dalam rumah penting diperhatikan untuk menjaga kesehatan penghuni rumah serta untuk memberi masukan bagi penghuni rumah agar mengurangi aktivitas yang dapat mengganggu kualitas udara di ruangan tertutup.

Kata kunci: Aktivitas penghuni; Gangguan pernapasan; Kualitas udara

Abstract

The air quality is influenced by human activities. The aim of this research is to assess air quality of PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, and NO₂ in houses around Cilegon and occupant activities as well as respiratory disorders risk resulting from it. This research uses statistic test linear regression for data analysis to find the relationship between the air quality and the activity of house occupants and respiratory disorders. It was found that 9 houses having PM₁₀ and PM_{2,5} concentration exceeds the quality standard. Moreover, most of the occupants smoke in their house and burn their waste and also have respiratory disorders. From the regression analysis, it was found that occupant activities inside their house impacted to 24% of PM₁₀, 12% of PM_{2,5}, 4% of SO₂ and 4% of NO₂ concentration, and those pollutant concentrations impacted to 25% of residents respiratory disorders. The smoking activity related to PM₁₀ concentration while respiratory disorders related to SO₂ concentration in the house. Those results can give a basis thought for further research which identify the influence of the air quality inside a house to other health disorders. This research also provides awareness that the quality of air in the house is important to take care of the health of the occupants and to reduce activities that can interfere with the air quality in the house or enclosed room.

Keywords: Air quality; Human activity; Respiratory disorders

Permalink/DOI: <http://dx.doi.org/10.15408/kauniyah.v11i2.5710>

PENDAHULUAN

Laporan *World Health Organization* (WHO) menyebutkan, terdapat 8 juta orang setiap harinya diseluruh dunia meninggal akibat polusi udara, diantaranya 4,3 juta orang mati karena polusi udara yang bersumber dari kegiatan penghuni rumah (WHO, 2012). Efek jangka pendek yang ditimbulkan yaitu akan meningkatkan resiko kematian karena kardiovaskuler serta gangguan pernapasan. Setiap kenaikan $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} dalam rumah akan meningkatkan kematian karena kardiovaskuler sebanyak 0,36% dan kematian akibat gangguan pernapasan sebanyak 0,42%. Sama halnya dengan kenaikan $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\text{PM}_{2,5}$ akan meningkatkan kematian akibat kardiovaskuler sebanyak 0,63% dan kematian akibat gangguan pernapasan sebanyak 0,75%. Apabila terpapar PM_{10} pada jangka waktu yang lama resiko kematian tersebut akan meningkat menjadi 67% (Lu *et al.*, 2015).

Efek yang ditimbulkan dari polusi udara di dalam rumah menunjukkan bahwa sangat penting untuk memperhatikan kualitas udara di dalam rumah karena sebagian besar manusia banyak melakukan aktivitas di dalam rumah. Oleh karena itu, kualitas udara yang ada sangat dipengaruhi oleh aktivitas yang dilakukan (Azhar *et al.*, 2016). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Getrudis (2010) sebanyak 42,2% rumah yang tidak memenuhi syarat kualitas udara sesuai baku mutu memiliki kadar konsentrasi $\text{PM}_{10} > 70\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan berhubungan erat terhadap kejadian ISPA terutama dialami oleh balita yang menghabiskan waktu di dalam ruang tidur. Balita yang tinggal di dalam rumah yang tidak memenuhi syarat maka akan memiliki resiko 3,1 kali lebih besar untuk menderita ISPA, sehingga balita merupakan kelompok umur yang rentan terhadap paparan berbagai zat polutan.

Huboyo dan Budiharjo (2009) menyebutkan tingginya konsentrasi zat polutan tersebut juga bisa dipengaruhi oleh aktifitas lingkungan sekitar rumah seperti kegiatan industri serta lalu lintas transportasi. Konsentrasi PM_{10} dalam rumah juga dipengaruhi oleh kegiatan memasak di dapur. Pada rumah yang menggunakan kayu bakar sebagai bahan bakar untuk memasak akan mengakibatkan konsentrasi PM_{10} meningkat dibandingkan dengan

rumah yang menggunakan minyak tanah sebagai bahan bakar untuk memasak. Hal tersebut disebabkan zat-zat polutan yang dilepaskan dari hasil pembakaran kayu bakar lebih banyak dibandingkan dengan pembakaran dengan minyak tanah ketika memasak.

Kondisi lingkungan di luar ruangan juga memberikan dampak bagi peningkatan konsentrasi zat polutan udara dalam rumah. Banyaknya kendaraan yang lewat di depan rumah maupun di pemukiman sekitar dapat menjadi sumber polutan bagi udara luar ruangan atau udara ambien (*outdoor air Pollution*) karena zat polutan yang dikeluarkan dari hasil pembakaran mesin kendaraan tersebut. Apabila kadar $\text{PM}_{2,5}$ pada udara ambien meningkat sebesar $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ maka akan meningkatkan kadar $\text{PM}_{2,5}$ pada udara dalam ruangan sebesar $0,58\mu\text{g}/\text{m}^3$, hal tersebut menunjukkan intensitas kendaraan yang melintas secara tidak langsung dapat mempengaruhi kualitas udara di dalam maupun di luar ruangan (Azhar *et al.*, 2016). Resiko kejadian ISPA juga berhubungan dengan kondisi ventilasi rumah. Apabila ventilasi rumah tidak memenuhi syarat yang ditentukan yaitu luas ventilasi 10% dari luas lantai, maka memiliki resiko 2,56 kali lebih besar untuk menderita ISPA. Luas ventilasi di dalam rumah berkaitan dengan sirkulasi udara yang terjadi dalam rumah, karena apabila ukuran ventilasi terlalu kecil maka akan menyebabkan udara tidak dapat bersirkulasi dengan baik (Lindawaty, 2010).

Tujuan dari penelitian yang dilakukan yaitu untuk mengetahui hubungan antara kualitas udara di dalam rumah dengan aktivitas penghuni rumah yang dapat memicu peningkatan zat polutan dan resiko gangguan pernapasan yang dialami oleh penghuni rumah di wilayah Cilegon. Pada penelitian ini parameter kualitas udara yang dijadikan sebagai bahan penelitian yaitu konsentrasi PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, SO_2 dan NO_2 .

MATERIAL DAN METODE

Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data arsip dari Balai Besar Teknik Lingkungan Pengendalian Penyakit (BBTKLPP) Prov. DKI Jakarta. Data yang digunakan dalam penelitian yaitu data pemeriksaan kualitas udara di daerah

Cilegon tahun 2014, sedangkan untuk data aktivitas penghuni di dalam rumah digunakan data kuesioner yang terdiri dari aktivitas merokok, aktivitas membakar sampah, aktivitas penggunaan obat nyamuk serta gangguan pernapasan yang dialami oleh penghuni.

Metode Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan uji statistik regresi linear dengan SPSS 22 untuk mengetahui hubungan antar variabel uji yaitu parameter kualitas udara (PM_{10} , $PM_{2,5}$, SO_2 dan NO_2) dengan aktivitas penghuni rumah dan gangguan pernapasan.

HASIL

Karakteristik Wilayah Penelitian

Wilayah Kota Cilegon yang dijadikan sebagai bahan penelitian yaitu Kecamatan Ciwandan. Kecamatan Ciwandan secara umum memiliki iklim tropis dengan suhu 22,5–33,8 °C dengan rata-rata curah hujan sebesar 109,2 mm dan memiliki luas wilayah sebesar 51,81 km² dengan 8 kelurahan yaitu pada Kelurahan Tegal Buntu, Sunan Bonang, Kubang Sari, Banjanegara, Tegal Ratu, Kepuh, Randakari dan Gunungsugih. Pada penelitian ini data yang digunakan hanya 7 kelurahan yaitu Tegal Buntu, Sunan Bonang, Kubang Sari, Banjanegara, Tegal Ratu, Kepuh dan Randakari. Pemilihan lokasi pemeriksaan kualitas udara dilakukan oleh BBTCLPP dengan sistem pengacakan dengan melihat kondisi masing-masing lokasi yang dapat mewakili masing-masing wilayah. Kecamatan Ciwandan memiliki kepadatan penduduk yaitu 898 jiwa/km² dengan mata pencaharian terbesar yaitu buruh industri sebanyak 4.469 jiwa dan pedagang sebanyak 2.397 jiwa. Sektor industri di wilayah Kecamatan Ciwandan sebagian besar didominasi oleh industri besar yaitu sebanyak 41 industri dan industri kecil sebanyak 43 industri. Aspek kesehatan di Kecamatan Ciwandan penyakit ISPA dan Pneumonia masih menjadi penyakit terbanyak yang diderita oleh masyarakat (BPS, 2016).

Gambaran Kualitas Udara di dalam Rumah

Jumlah rumah di daerah Cilegon yang kualitas udaranya diperiksa pada penelitian ini,

yaitu sebanyak 30 rumah di kecamatan Ciwandan. Pemeriksaan kualitas udara dalam rumah difokuskan pada kecamatan Ciwandan, karena lokasi rumah yang ada di kecamatan tersebut berdekatan dengan pabrik yang menjadi sumber pencemar. Jarak lokasi pabrik dengan rumah penduduk yang dijadikan sampel penelitian yaitu ± 500 m. Adapun hasil pengukuran kualitas udara di dalam rumah daerah Cilegon dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan kualitas udara di dalam rumah yang diperiksa terdapat 4 parameter yaitu PM_{10} , $PM_{2,5}$, SO_2 dan NO_2 . Mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan No. 1077 tahun 2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara dalam Ruang Rumah, baku mutu untuk parameter PM_{10} di dalam rumah yaitu $\leq 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dalam 24 jam, untuk baku mutu parameter $PM_{2,5}$ yaitu $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dalam 24 jam, sedangkan baku mutu untuk parameter SO_2 yaitu sebesar 0,1 ppm dalam 24 jam dan baku mutu untuk parameter NO_2 yaitu 0,04 ppm dalam 24 jam. Berdasarkan pemeriksaan kualitas udara tersebut pada parameter SO_2 dan NO_2 di 30 rumah masih di memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan, sedangkan pada parameter PM_{10} dan $PM_{2,5}$ terdapat 9 rumah yang memiliki konsentrasi PM_{10} dan $PM_{2,5}$ diatas baku mutu.

Gambaran Aktivitas Penghuni Rumah

Data aktivitas penghuni rumah yang dijadikan penelitian yaitu aktivitas merokok, penggunaan obat nyamuk bakar dan aktivitas membakar sampah. Aktivitas merokok di 30 rumah berdasarkan Gambar 1, sebanyak 18 rumah terdapat penghuni rumah yang merokok di dalam rumah yang sebagian besar dilakukan oleh orang tua laki-laki, selain itu terdapat 6 rumah yang masih menggunakan obat nyamuk bakar untuk mengusir nyamuk di dalam rumah serta terdapat 26 rumah yang melakukan aktivitas membakar sampah di pekarangan atau sekitar rumah.

Berdasarkan data kuesioner, jenis gangguan pernapasan yang dialami oleh penghuni rumah dapat dilihat pada Gambar 3. Sebanyak 83% mengalami batuk dan pilek, sedangkan hanya 4% yang menderita batuk atau pilek.

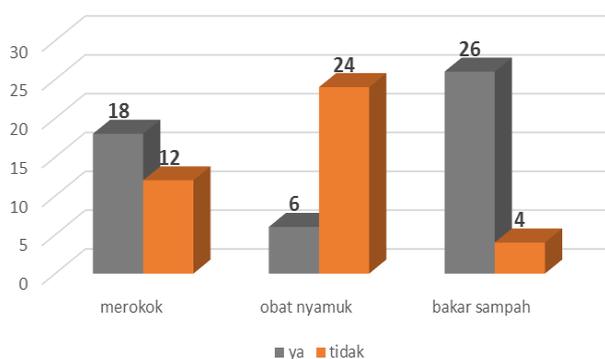
Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa terdapat 23 rumah yang para

penghuninya mengalami gangguan pernapasan yaitu diantaranya berupa batuk dan pilek sebanyak 83% (Gambar 3), sedangkan penghuni rumah yang menderita sesak napas sebanyak 9%. Terdapat pula penghuni rumah yang hanya mengalami 1 jenis gangguan

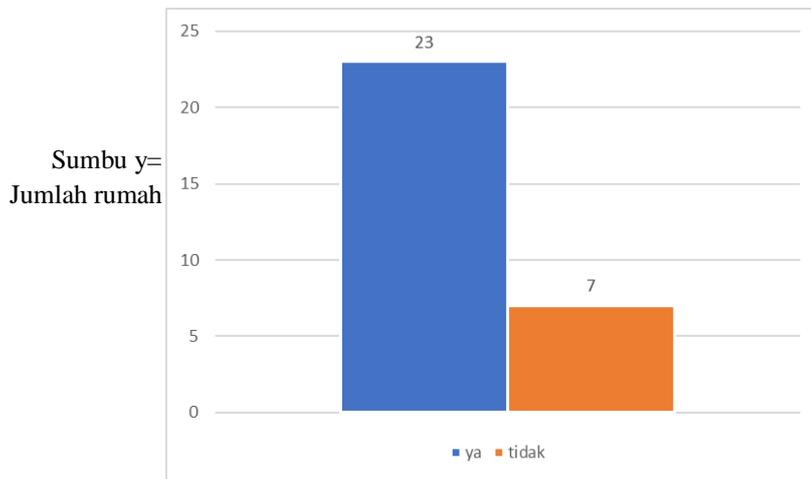
pernapasan seperti pilek (4%) atau batuk (4%). Penghuni rumah yang mengalami gangguan pernapasan di 30 rumah sebagian besar dialami oleh balita sebanyak 59% (Gambar 4). Selain balita, orang tua juga mengalami gangguan pernapasan sebanyak 33%.

Tabel 1. Kualitas udara di dalam rumah daerah Cilegon

Lokasi	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	NO ₂
1	39	24	0,020	0,010
2	28	14	0,023	0,010
3	60	14	0,024	0,009
4	43	21	0,023	0,019
5	38	25	0,048	0,010
6	58	33	0,023	0,014
7	135	45	0,051	0,016
8	55	36	0,030	0,017
9	81	25	0,024	0,018
10	89	23	0,013	0,017
11	101	45	0,015	0,010
12	58	38	0,016	0,008
13	50	30	0,018	0,019
14	99	55	0,013	0,024
15	83	39	0,019	0,010
16	46	32	0,024	0,025
17	35	29	0,022	0,030
18	81	31	0,018	0,031
19	21	12	0,028	0,005
20	84	42	0,022	0,005
21	23	16	0,013	0,004
22	40	17	0,016	0,004
23	69	26	0,016	0,014
24	106	72	0,018	0,017
25	44	28	0,019	0,009
26	44	18	0,018	0,008
27	30	18	0,021	0,019
28	71	49	0,014	0,019
29	37	18	0,016	0,009
30	43	27	0,011	0,010



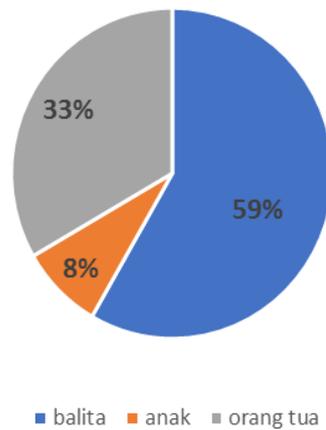
Gambar 1. Aktivitas penghuni rumah di daerah Cilegon



Gambar 2. Jumlah rumah yang penghuninya mengalami gangguan pernapasan



Gambar 3. Jenis gangguan pernapasan yang dialami oleh penghuni rumah



Gambar 4. Penghuni yang mengalami gangguan pernapasan

Kualitas Udara dan Aktivitas Penghuni Rumah

Analisis hubungan antara kualitas udara di dalam rumah dengan aktivitas penghuni telah dilakukan dengan menggunakan analisis regresi. Hasil analisis tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 yaitu sebanyak 24% konsentrasi PM₁₀ dipengaruhi aktivitas penghuni rumah, konsentrasi PM_{2,5} dipengaruhi oleh aktivitas penghuni rumah sebanyak 12%, konsentrasi

SO₂ dipengaruhi aktivitas penghuni rumah sebanyak 2% dan pada konsentrasi NO₂ dipengaruhi oleh aktivitas penghuni rumah sebanyak 4%. Berdasarkan hasil analisis regresi juga diketahui bahwa aktivitas merokok berhubungan dengan konsentrasi PM₁₀ (p <0,05) dibandingkan dengan aktivitas lainnya, sedangkan pada PM_{2,5}, SO₂ dan NO₂ tidak berhubungan dengan aktivitas penghuni.

Tabel 2. Koefisien determinasi (R^2) antara kualitas udara dengan aktivitas penghuni rumah

Aktivitas penghuni	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	NO ₂
Merokok				
Penggunaan obat nyamuk	0,24	0,12	0,02	0,04
Bakar sampah				

Kualitas Udara dengan Gangguan Pernapasan

Pengaruh kualitas udara di dalam rumah dengan gangguan pernapasan yang dialami oleh penghuni rumah dapat saling mempengaruhi, maka telah dilakukan analisis regresi terhadap dua variabel tersebut. Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa

gangguan pernapasan yang dialami oleh penghuni rumah dipengaruhi oleh PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂ dan NO₂ yang terdapat di dalam rumah sebanyak 25%, selain itu, gangguan pernapasan yang dialami penghuni rumah berhubungan dengan konsentrasi SO₂ ($P < 0,05$), dibandingkan dengan zat polutan lainnya.

Tabel 3. Koefisien determinasi (R^2) antara gangguan pernapasan dengan kualitas udara

Aktivitas penghuni	R ₂
PM ₁₀	
PM _{2,5}	
SO ₂	0,25
NO ₂	

PEMBAHASAN

Penelitian ini memberikan gambaran tentang kondisi kualitas udara di dalam rumah di daerah Cilegon dengan melihat aktivitas penghuni rumah yang dilakukan dan gangguan pernapasan yang dialami oleh penghuni rumah. Kualitas udara yang diperiksa, yaitu PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂ dan NO₂, sedangkan untuk aktivitas penghuni rumah yang dijadikan sebagai bahan penelitian yaitu aktivitas merokok, aktivitas penggunaan obat nyamuk bakar serta aktivitas membakar sampah.

Aktivitas merokok yang dilakukan di dalam rumah dapat memberikan kontribusi pada peningkatan konsentrasi *particulate matter* (PM) di udara dari asap rokok dan jika terpapar secara terus menerus dapat mengakibatkan kematian yang disebabkan dari gangguan pernapasan (Breysse *et al.*, 2010). Penelitian yang dilakukan oleh Klepeis *et al.* (2017) menjelaskan bahwa dari 262 rumah yang diteliti sebanyak 55 rumah dengan penghuni yang merokok di dalam rumah memiliki partikel polutan yang lebih tinggi dibandingkan dengan penghuni yang tidak merokok di dalam rumah. Rodgman dan Perfetti (2009) juga menyebutkan dalam penelitiannya bahwa membakar tembakau dari rokok menghasilkan banyak partikel PM_{2,5}. Pembakaran 1 batang rokok akan menyumbangkan 7–23 mg PM_{2,5}

ke udara. Partikel zat polutan yang dihasilkan dari asap rokok akan menetap lama pada rambut, baju dan lantai meskipun perokok telah selesai melakukan aktivitas merokoknya.

Orang tua yang merokok di dalam rumah, secara tidak langsung memberikan dampak pada anak-anak, hal tersebut karena anak-anak menghabiskan waktu bersama orang tua sehingga anak-anak dapat beresiko menderita batuk dan apabila ibu hamil terpapar asap rokok maka akan memberikan efek gangguan pernapasan bagian bawah pada anak ketika dilahirkan (Baker *et al.*, 2006). Getrudis (2010) menyebutkan asap rokok yang berisi zat polutan serta bahan toksik didalamnya dapat meningkatkan resiko penyakit 7,83 kali jika terpapar asap rokok secara terus menerus dapat mengakibatkan kanker dan asma. Pada penelitian yang dilakukan oleh Catiyas (2012) diketahui bahwa balita yang tinggal dengan perokok di dalam rumah akan memiliki resiko sebanyak 2,2 kali lebih besar untuk menderita ISPA dibandingkan dengan balita yang tidak tinggal dengan perokok.

Kebiasaan dalam menggunakan obat nyamuk bakar di dalam rumah sebagai pengusir atau pembasmi nyamuk dapat mempengaruhi kadar polutan dalam rumah. Asap pembakaran dari obat nyamuk yang dibakar mengandung insektisida *d-aletin*

0,25%. Zat tersebut dapat menyebabkan keracunan jika dibakar pada ruangan tertutup tanpa ventilasi yang cukup. Kandungan SO₂ dalam *bischloromethyl* dari asap pembakaran obat nyamuk dapat menyebabkan batuk, iritasi hidung maupun tenggorokan (Getrudis, 2010). Obat nyamuk bakar yang digunakan di dalam rumah juga dapat meningkatkan ISPA pada balita sebanyak 2,1 kali lipat serta dapat memperburuk kondisi balita yang menderita pneumonia dibandingkan dengan balita penderita pneumonia yang tinggal dengan tidak menggunakan obat nyamuk bakar di dalam rumahnya (Lindawaty, 2010). Penelitian yang dilakukan oleh Salvi *et al.* (2016) menyebutkan, bahwa membakar obat nyamuk akan menghasilkan partikulat yang sama banyaknya dengan membakar 100 batang rokok dan apabila obat nyamuk di bakar pada ruangan tertutup akan meningkatkan 10 kali lipat diatas baku mutu konsentrasi PM_{2,5}.

Aktivitas membakar sampah yang dilakukan akan menghasilkan zat Nitrogen Oksida (NO) yang terbentuk saat proses pembakaran pada temperatur yang tinggi. Kandungan NO yang dihasilkan saat pembakaran sampah juga dipegaruhi oleh kandungan nitrogen yang terdapat dalam sampah yang dibakar. Selain NO, terbentuknya Sulfur Dioksida (SO₂) akibat dari aktivitas pembakaran juga dapat terjadi. Nilai emisi SO₂ dipengaruhi oleh komposisi yang terdapat dalam sampah seperti sulfur, karet dan *gypsum*. Emisi SO₂ akan terbentuk saat pembakaran sampah yang mengandung sulfur yang kemudian teroksidasi selama pembakaran dan lepas ke udara (Bestar, 2012).

Zat polutan yang berkontak langsung dengan penghuni rumah, dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan. Anak-anak, balita dan lanjut usia memiliki kerentanan terhadap zat tersebut. Paparan zat polutan yang lama dapat menyebabkan batuk, sakit tenggorokan, bronkitis akut maupun kronik, asma, pneumonia dan yang terparah yaitu kanker paru (Getrudis, 2010). Penelitian yang dilakukan oleh Kumar *et al.* (2015) juga menjelaskan, bahwa konsentrasi partikulat (>10 µm) didalam ruangan berhubungan dengan peningkatan gejala asma dan partikulat yang berukuran lebih kecil (<2,5µm) secara nyata berhubungan dengan peningkatan

gangguan pernapasan. Hal tersebut juga berpengaruh terhadap anak-anak penderita asma. Rumah yang memiliki konsentrasi partikulat tinggi sebagian besar ditemukan anak-anak menderita asma. Partikulat yang berdiameter <2,5µm (PM_{2,5}) bersifat lebih merusak dibandingkan dengan partikulat berdiameter 10 µm (PM₁₀), karena partikulat yang berukuran lebih kecil dapat masuk (penetrasi) kedalam paru-paru hingga kebagian *alveolus* (Schwartz & Neas, 2000).

Partikulat debu yang berukuran besar bila terhirup masih bisa dikeluarkan oleh bulu hidung serta silia yang terdapat di tenggorokan, namun jika partikulat debu berukuran lebih kecil dapat masuk ke paru-paru hingga bagian *alveoli*. Partikulat halus tersebut yang berbahaya bagi kesehatan jika mengendap di dalam tubuh (Mahalastri, 2014). Bagi anak-anak penderita asma, paparan terhadap partikulat akan semakin menurunkan fungsi paru, menghambat pertumbuhan paru serta meningkatkan gejala asma (Ahluwika & Matsui, 2011).

Gangguan pernapasan akan dialami baik orang tua maupun anak atau balita yang ada dalam rumah tersebut dengan kondisi kualitas udara yang buruk. Balita dan anak-anak memiliki proses bernafas yang lebih cepat dibandingkan orang dewasa, sehingga kemungkinan masuknya zat polutan yang ada di udara lebih besar. Partikulat yang terhirup masuk akan menyebabkan peradangan dan paparan polutan yang terlalu dini pada balita serta dapat menimbulkan kerusakan jaringan yang bersifat permanen sehingga meningkatkan resiko terjadinya gangguan pernapasan (Azhar *et al.*, 2016).

Endapan partikel zat polutan lebih besar ditemukan pada perempuan dibandingkan laki-laki yang menimbulkan kerentanan terhadap gangguan pernapasan. Beberapa pekerjaan yang dilakukan perempuan seperti memasak, membersihkan rumah serta mengasuh anak menjadikan salah satu penyebab wanita menjadi faktor yang lebih rentan terhadap gangguan kesehatan (Mitsakou *et al.*, 2007).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa aktivitas merokok didalam rumah mempengaruhi konsentrasi

PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂ dan NO₂. Zat polutan SO₂ memberikan pengaruh pada gangguan pernapasan yang diderita oleh penghuni rumah dibandingkan dengan zat polutan lainnya.

Keterbatasan data yang terdapat dalam penelitian ini, bagi peneliti selanjutnya maka perlu dilakukan penambahan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas udara di dalam rumah seperti kondisi fisik rumah yaitu luas kamar, luas ventilasi, banyaknya ventilasi, penggunaan jenis atap rumah dan kondisi fisik lainnya serta aktivitas yang dilakukan penghuni rumah yaitu frekuensi membersihkan rumah, penggunaan bahan-bahan pembersih rumah dan aktivitas lainnya, selain itu faktor aktivitas luar ruangan seperti kondisi lingkungan di area rumah, karena faktor aktivitas di luar rumah dapat mempengaruhi udara di dalam rumah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada BBTKLPP (Balai Besar Teknik Lingkungan Pengendalian Penyakit) Jakarta yang telah memberikan izin dalam pengambilan data sebagai data sekunder dan kepada Bapak Drs. Yeremias Rubin Tjamin, M.S yang telah membantu dalam penelitian ini sehingga dapat terlaksana dengan baik.

REFERENSI

- Ahluwika, S. K., & Matsui, E. C. (2011). The indoor environment and its effects on childhood asthma. *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, 11(2), 137-143. doi: 10.1097/ACI.0b013e3283445921.
- Azhar, K., Dharmayanti, I., & Mufida, I. (2016). Kadar debu partikulat (PM_{2.5}) dalam rumah dan kejadian ISPA pada balita di Kelurahan Kayuringin Jaya, Kota Bekasi tahun 2014. *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*, 26(1), 45-52.
- Baker, R. J., Hertz-Picciotto, I., Dostal, M., Keller, J. A., Nozicka, J., Kotesovec, F., Dejmek, J., Loomis, D., & Sram, Rj. (2006). Coal home heating and environmental tobacco smoke in relation to lower respiratory illness in Czech children, from birth to 3 years of age. *Environmental Health Perspectives*, 114(7), 1126-1132.
- Bestar, N. (2012). Studi dan kuantifikasi emisi pencemaran udara akibat pembakaran sampah rumah tangga secara terbuka di Kota Depok (Skripsi). Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok.
- BPS. (2016). Kecamatan Ciwandan dalam angka tahun 2016. *BPS Kota Cilegon*, Cilegon.
- Breyse, P. N., Diette, G. B., Matsui, E. C., Butz, A. M., Hansel, N. N., & McCormack, M. C. (2010). Indoor air pollution and asthma in children. *Proceedings of the American Thoracic Society*, 7(2), 102-106. doi: 10.1513/pats.200908-083RM.
- Catias, E. (2012). Faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian ISPA pada balita di Wilayah Kecamatan Gombang Kabupaten Kebumen Jawa Tengah tahun 2012 (Skripsi). Program Sarjana Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, Depok.
- Getrudis, T. (2010). Hubungan antara kadar partikulat (PM₁₀) udara rumah tinggal dengan kejadian ISPA pada balita di sekitar pabrik semen PT. Indocement, Citereup tahun 2010 (Pascasarjana Tesis). Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, Depok.
- Huboyo, H. S., & Budiharjo, M. A. (2009). Pengukuran konsentrasi PM₁₀ pada udara dalam ruang (Studi kasus: dapur rumah tangga berbahan bakar kayu dan minyak tanah). *Lingkungan Tropis*, 3(2), 105-114.
- Klepeis, N. E., Belletiere, J., Hughes, S. C., Nguyen, B., Berardi, V., Liles, S., Obayashi, S., Hofstetter, C. R., Blumberg, E., & Hovell, M. F. (2017). Fine particles in homes of predominantly low-income families with children and smokers: key physical and behavioral determinants to inform indoor-air quality interventions. *Plos One*, 12(5). doi: 10.1371/journal.pone.0177718. eCollecti on 2017.

- Kumar, R., Nagar, J. K., Goel, N., Kumar, P., Kuswah, A. S., & Gaur, S. N. (2015). Indoor air pollution and asthma in children at Delhi, India. *Pneumologia I Alergologia Polska*, 83(4), 275-282. doi: 10.5603/PiAP.2015.0047.
- Lindawaty. (2010). Partikulat (PM₁₀) udara rumah tinggal yang mempengaruhi kejadian infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) pada balita (penelitian di Kecamatan Mampang Prapatan, Jakarta Selatan tahun 2009-2010 (Tesis). Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, Depok.
- Lu, F., Xu, D., Cheng, Y., Dong, S., Guo, C., Jiang, X., & Zheng, X. (2015). Systematic review and meta-analysis of the adverse health effects of ambient PM_{2.5} and PM₁₀ pollution in the chinese population. *Environmental Research*, 136, 196-204. doi: 10.1016/j.envres.2014.06.029.
- Mahalastri, N. N. D. (2014). Hubungan antara pencemaran udara dalam ruangan dengan kejadian pneumonia balita. *Jurnal Berkala Epidemiologi*, 2(3), 392-403.
- Mitsakou, C., Housiadas, C., Eleftheriadis, K., Vratolis, S., Helmis, C., & Asimakopoulus, D. (2007). Lung deposition of fine and ultrafine particles outdoors and indoors during cooking event and a no activity period. *Indoor Air*, 17(2), 143-152.
- Rodgman, A., & Perfetti, T. A. (2009). *The chemical components of tobacco and tobacco smoke*. United States of America: CRC Press.
- Salvi, D., Limaye, S., Muralidharan, V., Londhe, J., Madas, S., Juvekar, S., Biswal, S., & Salvi, S. (2016). Indoor particulate mater <2.5 µm in mean aerodynamic diameter and carbon monoxide levels during the burning of mosquito coils and their association with respiratory health. *Chest Journal*, 149(2), 459-466. doi: 10.1378/chest.14-2554.
- Schwartz, J., & Neas, L. M. (2000). Fine particles are more strongly associated than coarse particles with acute respiratory health effects in schoolchildren. *Epidemiology*, 11(1), 6-10.
- WHO. (2012). Burden of disease from household air pollution for 2012. Public Health Organization Determinants of Health Department, World Health Organization, Geneva, Switzerland.