

**PENGARUH PAJANAN NITROGEN DIOKSIDA (NO₂) TERHADAP BERAT
BADAN LAHIR RENDAH (BBLR), DI KOTA PALEMBANG, PROVINSI
SUMATERA SELATAN**

*Effects of Nitrogen Dioxide Exposures on Low Birth Weight (LBW) in Palembang
City, South Sumatera Province*

Dwi Septiawati¹, Laila Fitria², Ririn A. Wulandari², Zahra³, Ani Nidia Listianti¹

¹FKM Universitas Sriwijaya

²FKM Universitas Indonesia

³Pusat Penelitian dan Pengembangan Upaya Kesehatan Masyarakat, Balitbangkes

Email: septiawatidwi@rocketmail.com

Diterima: 5 Juni 2017; Direvisi: 10 Juli 2017; Disetujui: 23 Agustus 2017

ABSTRACT

Nitrogen dioxide (NO₂) becomes one of primary variables in several studies to determine its effect on the occurrence of Infants with Low Birth Weight (LBW). This study aimed to analyze the association of NO₂ exposures in ambient air with the occurrence of babies with LBW in Palembang City using case-control design involving 45 cases and 45 controls. Data of ambient air quality were from the Environment Agency of Palembang including NO₂ and co-pollutants (SO₂, CO and PM₁₀). Other data were certain information obtained from interview with respondents. Quantitative data were analyzed by chi-square and multiple logistic regressions. The study revealed that NO₂ exposures in ambient air during the first trimester associated with the occurrence of LBW (OR: 2.74; 95% CI: 1.16-6.45). Third trimester pregnancy was also associated with the occurrence of LBW (OR: 6.01; 95% CI: 2.29-15.70). The NO₂ exposures in ambient air in the third trimester of pregnancy was the variable that mostly affects the babies with LBW after controlled by the CO and PM₁₀ exposures at first trimester; the exposures of SO₂, CO and PM₁₀ at second trimester; concomitant diseases during pregnancy; mother's age at the time of pregnancy; mother's nutritional status during pregnancy; second-hand tobacco smoke; and exposures of indoor air pollution during pregnancy (OR: 11.51; 95% CI: 2.02- 65.79).

Keywords: Nitrogen dioxide, LBW, third trimester pregnancy, air pollution

ABSTRAK

Nitrogen dioksida (NO₂) menjadi salah satu variabel utama dalam beberapa penelitian untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kejadian Berat Badan Lahir Rendah (BBLR). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan pajanan NO₂ di udara ambien dengan kejadian BBLR di Kota Palembang. Disain penelitian adalah studi *case control* dengan jumlah sampel 45 kasus dan 45 kontrol. Konsentrasi NO₂ dan *co-pollutant* (SO₂, CO dan PM₁₀) merupakan data sekunder yang bersumber dari hasil pengukuran kualitas udara oleh Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Palembang. Variabel lainnya merupakan data primer yang diperoleh dengan cara wawancara. Data dianalisis menggunakan uji *chi-square* dan uji regresi logistik ganda. Pajanan NO₂ di udara ambien pada trimester pertama kehamilan berhubungan dengan kejadian BBLR (OR: 2,74; 95% CI: 1,16 -6,45). Trimester ketiga kehamilan juga berhubungan dengan kejadian BBLR (OR: 6,01; 95% CI: 2,29 -15,70). Pajanan NO₂ di udara ambien pada trimester ketiga kehamilan merupakan variabel yang paling mempengaruhi BBLR setelah dikontrol oleh variabel pajanan CO dan PM₁₀ pada trimester pertama; pajanan SO₂, CO dan PM₁₀ pada trimester kedua kehamilan; penyakit penyerta saat hamil; umur ibu saat hamil; status gizi ibu saat hamil; pajanan asap rokok saat hamil; dan pajanan polusi udara dalam ruangan selama kehamilan (OR: 11,51; 95% CI: 2,02 - 65,79).

Kata kunci: Nitrogen dioksida, BBLR, trimester kehamilan ketiga, polusi udara

PENDAHULUAN

Pencemaran udara di wilayah perkotaan pada umumnya terjadi akibat adanya peningkatan arus urbanisasi dan

aktivitas masyarakat, seperti aktivitas transportasi dan kegiatan industri. Hal ini berdampak terhadap kualitas hidup masyarakat perkotaan. Badan Kesehatan

Dunia atau *World Health Organization* (WHO) melaporkan bahwa pada tahun 2012 terdapat sekitar 7 juta orang meninggal dunia akibat dari pajanan bahan pencemar dalam udara (WHO, 2013). Kota Palembang merupakan salah satu kota besar di Indonesia yang mengalami peningkatan jumlah zat emisi zat pencemar udara (KLH 2013b). Berdasarkan hasil studi inventarisasi udara di Kota Palembang tahun 2013, sektor transportasi memberikan kontribusi cukup besar terhadap total emisi gas rumah kaca dari semua sumber (23%), maupun total emisi gas-gas yang berbahaya terhadap kesehatan (75%) (KLH, 2013b).

Beberapa bahan pencemar dalam udara ambien yang diketahui dapat berbahaya bagi kesehatan manusia, diantaranya adalah gas oksida nitrogen (NO_x), gas oksida sulphur (SO_x), gas karbon monoksida (CO) dan partikulat. Gas oksida nitrogen (NO_x) merupakan salah satu gas yang memberikan kontribusi bagi pencemaran udara (WHO, 2014a). Bahan pencemar tersebut pada umumnya berasal dari kendaraan bermotor atau kegiatan industri. Senyawa oksida nitrogen di lingkungan terdapat dalam bentuk *nitrous oxide* (N₂O), *nitric oxide* (NO), *nitrogen dioxide* (NO₂), *nitrogen trioxide* (N₂O₃), *nitrogen tetroxide* (N₂O₄) dan *nitrogen pentoxide* (N₂O₅). Senyawa NO₂ merupakan senyawa dengan toksisitas tinggi dan lebih stabil di udara ambien (Landis, 2005). Dalam bentuk gas, NO maupun NO₂ merupakan gas beracun, selain itu gas NO₂ bersifat sangat reaktif dan korosif NO₂ yang dapat menimbulkan gangguan paru-paru jika terhirup (EPA 2013).

Pajanan bahan pencemar udara dapat berpengaruh terhadap kesehatan masyarakat. WHO menyatakan bahwa meningkatnya bahan pencemar udara sejalan dengan meningkatnya kejadian penyakit akut dan kronik, seperti penyakit infeksi saluran pernafasan bawah (3,2 juta kasus), penyakit paru obstruksi kronik (PPOK) (3 juta kasus), penyakit kanker paru dan trakea (1,5 juta kasus) (WHO, 2014b). Selain terjadi peningkatan kejadian penyakit, pencemaran udara juga memiliki dampak terhadap janin yang akan dilahirkan; yaitu bayi lahir dengan berat badan lahir rendah (BBLR) (WHO,

2014b). Menurut WHO-UNICEF, prevalensi BBLR di dunia cukup tinggi, yaitu sekitar 20,6 juta (15,5%) pada tahun 2011 dan 15,2% pada tahun 2012. Dari keseluruhan total kasus BBLR, 95,6% kasusnya terdapat di negara berkembang (WHO-UNICEF, 2014). Menurut hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas), prevalensi bayi dengan berat badan lahir rendah (BBLR) di Indonesia mengalami penurunan dari 11,5% tahun 2007 menjadi 11,1% pada tahun 2010, dan menjadi 10,2% tahun 2013 (Balitbangkes, 2007; Balitbangkes, 2013). Untuk Provinsi Sumatera Selatan, prevalensi BBLR telah mendekati angka nasional, yaitu sebesar 9,3% (Balitbangkes, 2013).

Banyak faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya BBLR. Bahan pencemar seperti gas NO₂, SO₂, CO dan partikulat, merupakan *interest variable* dalam beberapa penelitian untuk mengetahui tingginya kejadian BBLR (Ritz et al., 2007, Liu et al., 2003, Bell et al., 2007, Gouveia et al., 2004, Lin et al., 2004, Salam et al., 2005, Morello-Frosch et al., 2010, Mannes et al., 2005, Ballester et al., 2010, Madsen et al., 2010, Llop et al., 2010, Oktora and Susanna, 2014). Pada trimester pertama kehamilan, nilai *odds* kejadian bayi lahir prematur meningkat seiring dengan meningkatnya pajanan gas CO dan debu partikulat (Ritz, B., Wilhelm, M., Hoggatt, K. J. & Ghosh, 2007). Peningkatan pajanan NO₂ terhadap peningkatan risiko BBLR terjadi pada trimester kedua kehamilan (Lee et al., 2003) serta untuk selama masa kehamilan (Bell et al., 2007, Morello-Frosch et al., 2010). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pajanan NO₂ udara ambien terhadap kejadian BBLR di Kota Palembang.

BAHAN DAN CARA

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan jenis rancangan penelitian kasus kontrol, dilakukandi Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan Tahun 2015. Dipilihnya Kota Palembang, karena merupakan salah satu kota besar di Indonesia yang mengalami peningkatan emisi pencemar udara akibat dari meningkatnya aktivitas (transportasi dan industri). Populasi adalah seluruh kelahiran hidup di Kota Palembang,

Provinsi Sumatera Selatan tahun 2012 sampai 2013. Sampel adalah sebagian kelahiran hidup di Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan tahun 2012 sampai 2013 berdasarkan hasil pencatatan di 24 puskesmas pada 7 kecamatan (Seberang Ulu 1, Kertapati, Iilir Barat 1, Iilir Timur 1, Kemuning, Iilir Timur 2, dan Kalidoni Kota Palembang). Perhitungan jumlah sampel dilakukan dengan menggunakan rumus besar sampel uji hipotesis perbedaan dua proporsi (Lemeshow, 1990) dan didapatkan sampel penelitian yaitu 45 kelahiran BBLR (kasus) dan 45 kelahiran tidak BBLR (kontrol). Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah bukan kelahiran kembar dan bertempat tinggal di kecamatan sekitar titik pengambilan sampel udara. Variabel dependen adalah bayi lahir hidup (BBLR dan tidak BBLR) dan variabel independennya adalah konsentrasi gas NO₂ di udara ambien. Selain gas NO₂, bahan pencemar yang juga memberikan kontribusi utama terhadap pencemaran udara ambien adalah gas SO₂, gas CO dan debu partikulat (EPA, 2013). Konsentrasi gas SO₂, CO dan PM10 di udara ambien beserta kondisi saat ibu

hamil (umur ibu, penyakit penyerta ibu, status gizi ibu, *second hand tobacco smoke*, dan *indoor air pollution*) menjadi variabel kovariatnya. Data konsentrasi NO₂, SO₂, CO dan PM10 di udara ambien diperoleh berdasarkan hasil pengukuran Badan Lingkungan Hidup (BLH) di enam belas titik sampling di tujuh puskesmas di Kota Palembang tahun 2012 sampai 2013; dengan frekuensi pengukuran empat kali/tahun (bulan Maret, Juni, September dan November). Variabel independen yang menjadi data pajanan saat ibu hamil, dibagi menjadi tiga variabel yaitu variabel konsentrasi NO₂ trimester I, II dan III, sesuai dengan waktu kelahiran responden. Jika responden lahir pada bulan Desember 2013, maka variabel konsentrasi NO₂ trimester I menggunakan data hasil pengukuran BLH pada periode Juni 2013, variabel konsentrasi NO₂ trimester II menggunakan data hasil pengukuran BLH pada periode September 2013 dan variabel konsentrasi NO₂ trimester III menggunakan data hasil pengukuran BLH pada periode November 2013 (tabel 1). Hal serupa juga dilakukan pada sebagian variabel kovariat (SO₂, CO, dan PM10).

Tabel 1. Kesesuaian Data Pajanan dengan Kelahiran

Tahun	Data Pajanan	Trimester Kehamilan	Kelahiran*
2012	Maret	I	Desember 2012
	Mei	II	Februari 2013
	September	III	Juni 2013
	November	III	Agustus 2013
2013	Maret	III	Desember
	Juni	III	Maret 2014
	September	III	
	November	II	
		III	

*kelahiran cukup bulan lahir

Variabel pajanan ini dikategorikan menjadi terpajan tinggi dan terpajan rendah. Nilai *cut off point* keterpajanan tersebut menggunakan pendekatan statistik

berdasarkan hasil uji normalitas data dengan uji *kolmogorov smirnov* (uji normalitas untuk jumlah sampel lebih dari 50). Analisis yang dilakukan meliputi analisis univariat, bivariat

dan multivariat. Analisis univariat digunakan untuk menilai distribusi kejadian kasus dan kontrol. Analisis bivariat dengan uji khi kuadrat (*chi-kuadrat*) dengan tingkat kemaknaan 95% ($\alpha=0,05$) digunakan untuk menilai hubungan antara semua variabel terhadap kejadian BBLR. Analisis multivariat dengan uji regresi logistik ganda menggunakan model faktor risiko digunakan untuk menilai hubungan pajanan NO₂ di udara ambien selama hamil terhadap kejadian BBLR dengan mengontrol beberapa variabel perancu.

HASIL

Analisis Univariat

Kejadian BBLR pada kelompok kasus dan kontrol di setiap lokasi penelitian, berdasarkan data kelahiran bayi hidup tahun 2012 sampai Maret 2014 dapat dilihat pada Tabel 2. Secara umum, prevalensi BBLR di Kota Palembang mengalami peningkatan pada tahun 2013 (1,74%) bila dibandingkan pada tahun 2012 (1,69%). Begitu pula untuk tujuh kecamatan yang menjadi lokasi penelitian juga mengalami kenaikan prevalensi kasus BBLR pada tahun 2013 (2,18%) bila dibandingkan dengan tahun 2012 (1,94%). Di lokasi penelitian, tahun 2013 prevalensi BBLR tertinggi di Kecamatan Ilir Timur I, sedangkan prevalensi BBLR terendah di Kecamatan Ilir Timur II.

Tabel 2. Persentase kejadian berat badanlahir rendah dan jumlah responden di setiap lokasi penelitian di Kota Palembang, 2015

Kecamatan	Jumlah Puskesmas	2012		2013	
		Kelahiran Hidup	BBLR n %	Kelahiran Hidup	BBLR n %
Seberang Ulu I	5	3.390	53 1,56	3.339	96 2,88
Kertapati	3	1.674	27 1,61	1.506	27 1,79
Ilir Barat I	4	2.473	59 2,39	2.350	51 2,02
Ilir Timur I	3	958	18 1,88	988	40 4,05
Kemuning	2	1.566	21 1,34	1.537	24 1,56
Ilir Timur II	5	3.001	64 2,13	2.820	38 1,35
Kalidoni	3	1.780	46 2,58	1.723	39 2,26
	25	14.842	288 1,94	14.443	315 2,18

Konsentrasi NO₂ di udara ambien Kota Palembang tahun 2012 berkisar antara 79,675 µg/m³/jam sampai dengan 319,614 µg/m³/jam dengan rata-rata hasil pengukuran dari empat periode pengukuran adalah 122,175 µg/m³/jam sampai 205,679 µg/m³/jam. Pada tahun 2013, konsentrasi NO₂ di udara ambien Kota Palembang berkisar antara 10,4 µg/m³/jam sampai 282,114 µg/m³/jam dengan rata-rata hasil pengukuran dari empat periode pengukuran adalah 54, 724 µg/m³/jam sampai 151,353

µg/m³/jam. Nilai rata-rata ini, masih dibawah nilai ambang batas berdasarkan SK Gubernur Sumatera Selatan No 17 tahun 2005 yaitu 400 µg/m³/jam. Berdasarkan periode kehamilan (trimester I, II dan III), pada trimester pertama dan ketiga kehamilan; konsentrasi NO₂ di udara ambien responden kelompok kasus lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Sebaliknya konsentrasi NO₂ di udara ambien pada trimester kedua pada kelompok kasus lebih rendah dari pada kelompok kontrol (Tabel 3).

Tabel 3. Konsentrasi NO₂ (µg/m³/jam) di udara ambien menurut periode kehamilan dan kelompok kasus dan kontrol di Kota Palembang, 2015

Kelompok	Masa Kehamilan	Konsentrasi NO ₂				
		Rerata	±	SD	Rentang	95% CI
BBLR	Trimester I	132,5	±	53,9	20,0 - 282,1	116,3 - 148,7
	Trimester II	88,6	±	73,0	10,7 - 292,7	66,7 - 110,6
	Trimester III	114,7	±	64,6	10,8 - 226,3	93,8 - 135,6
Tidak BBLR	Trimester I	121,7	±	62,9	36,4 - 292,7	102,8 - 140,6
	Trimester II	90,9	±	81,6	10,7 - 292,7	66,4 - 115,4
	Trimester III	80,8	±	54,8	10,7 - 282,1	64,0 - 97,7

Hubungan Paparan NO₂ dan Kejadian BBLR

Hasil analisis hubungan paparan konsentrasi NO₂ di udara ambien tiap trimester kehamilan responden terhadap kejadian BBLR pada kelompok kasus dan kontrol disajikan dalam Tabel 4. Proporsi responden yang memiliki bayi dengan berat lahir rendah atau < 2500 gram (kasus) yang terpajan tinggi NO₂ di udara ambien pada trimester pertama, trimester kedua dan trimester ketiga kehamilan lebih tinggi bila dibandingkan dengan responden yang memiliki bayi dengan berat lahir normal (≥ 2500 gram) (kontrol). Hasil uji statistik menunjukkan, terdapat hubungan yang signifikan antara paparan NO₂ di udara ambien pada trimester pertama kehamilan (OR: 2,74 dan 95% CI: 1,16-6,45) dan pada trimester ketiga kehamilan (OR: 6,01 dan 95% CI: 2,29-15,70) terhadap kejadian BBLR.

Responden yang terpajan NO₂ konsentrasi tinggi di udara ambien selama trimester pertama kehamilannya memiliki

risiko 2,7 kali lebih besar untuk melahirkan bayi dengan berat lahir rendah (BBLR) dibandingkan dengan responden yang terpajan NO₂ rendah. Pada derajat kepercayaan 95% diyakini bahwa pada populasi, ibu hamil yang terpajan tinggi oleh NO₂ di udara ambien selama trimester pertama kehamilan dapat meningkatkan risiko melahirkan bayi dengan berat lahir rendah (BBLR) sebesar 1,16 kali hingga 6,44 kali.

Responden yang terpajan NO₂ konsentrasi tinggi di udara ambien selama trimester ketiga kehamilannya memiliki risiko 6 kali lebih besar untuk melahirkan bayi dengan berat lahir rendah (BBLR) dibandingkan dengan responden yang terpajan rendah. Pada derajat kepercayaan 95% diyakini bahwa pada populasi, ibu hamil yang terpajan tinggi oleh NO₂ di udara ambien selama trimester ketiga kehamilan dapat meningkatkan risiko melahirkan bayi dengan berat lahir rendah (BBLR) sebesar 2,29 kali hingga 15,7 kali.

Tabel 4. Hasil analisis hubungan paparan konsentrasi NO₂ di udara ambien tiap trimester kehamilan terhadap kejadian BBLR di Kota Palembang, 2015

Paparan NO ₂	BBLR	Tidak BBLR	Total	OR (95% CI)	nilai P
Trimester I					
Terpapaj Tinggi	30 (66,7%)	19 (42,2%)	49 (54,4%)	2,73 (1,2-6,4)	0,034
Terpapaj Rendah	15 (33,3%)	26 (57,8%)	41 (45,6%)		
Trimester II					
Terpapaj Tinggi	23 (51,1%)	22 (48,9%)	45 (50%)	1,09 (0,5-2,5)	1
Terpapaj Rendah	22 (48,9%)	23 (51,1%)	45 (50%)		
Trimester III					
Terpapaj Tinggi	29 (74,4%)	14 (32,6%)	43 (52,4%)	6 (2,3-15,7)	0,0001
Terpapaj Rendah	10 (25,6%)	29 (67,4%)	39 (47,6%)		

Hubungan Faktor Kovariat Lainnya

Hasil uji statistik hubungan antara faktor kovariat terhadap kejadian BBLR, menunjukkan bahwa terdapat 6 faktor yang berhubungan secara signifikan ($p < 0,05$) yaitu pajanan konsentrasi SO_2 pada trimester I (OR 3,08 ; CI 95% 1,29-7,36), konsentrasi CO pada trimester I (OR 2,74; CI 1,16-6,45),

konsentrasi CO pada trimester II (OR 4,53; CI 1,85-11,08), umur ibu saat hamil (OR: 3,296 dan 95% CI: 1,205-9,018), pajanan asap rokok pada ibu saat hamil (OR: 4,125 dan 95% CI: 1,694-10,04) dan pajanan polusi udara dalam ruang pada ibu saat hamil (OR: 4,013 dan 95% CI: 1,668-9,656) (Tabel 5).

Tabel 5. Analisis hubungan kovariabel lainnya terhadap kejadian BBLR pada kelompok kasus dan kontrol yang bermakna (nilai $p < 0,05$) di Kota Palembang, 2015

Pajanan konsentrasi	BBLR	Tidak BBLR	Jumlah	OR (95% CI)	nilai p
SO_2 pada Trimester I					
Terpapaj Tinggi	32 (71,1%)	20 (44,4%)	52 (57,8%)	3,08 (1,29-7,36)	0,019
Terpapaj Rendah	13 (28,9%)	25 (55,6%)	38 (42,2%)		
CO pada Trimester I					
Terpapaj Tinggi	30 (66,7%)	19 (42,2%)	49 (54%)	2,74 (1,16-6,45)	0,034
Terpapaj Rendah	15 (33,3%)	26 (57,8%)	41 (46%)		
CO pada Trimester II					
Terpapaj Tinggi	33 (73,3%)	17 (37,8%)	50 (55,6%)	4,53 (1,85-11,08)	0,001
Terpapaj Rendah	12 (26,7%)	28 (62,2%)	40 (44,4%)		
Umur Ibu Saat Hamil:					
Risiko Tinggi	17 (37,8%)	7 (15,6%)	24 (26,7%)	3,29 (1,21-9,02)	0,032
Risiko Rendah	28 (62,2%)	38 (84,4%)	66 (73,3%)		
<i>Second-hand Tobacco Smoke</i> (SHS):					
Terpapaj Tinggi	33 (73,3%)	18 (40%)	51 (56,7%)	4,13 (1,69-10,05)	0,003
Terpapaj Rendah	12 (26,7%)	27 (60%)	39 (43,3%)		
<i>Indoor Air Pollution:</i>					
Terpapaj Tinggi	29 (64,4%)	14 (31,1%)	43 (47,8%)	4,01 (1,67-9,66)	0,003
Terpapaj Rendah	16 (35,6%)	31 (68,9%)	47 (52,2%)		

Analisis Multivariat

Hasil analisis multivariat berupa permodelan akhir (*full model*), menunjukkan pajanan konsentrasi NO_2 di udara ambien pada trimester ketiga kehamilan merupakan variabel yang paling berhubungan dengan kejadian BBLR, dengan nilai $p = 0,006 < \alpha (0,05)$. Responden yang terpajan tinggi oleh NO_2 pada trimester ketiga kehamilan mempunyai risiko 11,51 kali lebih besar untuk melahirkan bayi dengan BBLR setelah dikontrol oleh variabel-variabel pajanan konsentrasi SO_2 di udara ambien pada trimester pertama, kedua dan ketiga

kehamilan; pajanan CO pada trimester pertama dan kedua kehamilan; pajanan PM_{10} pada trimester kedua kehamilan; penyakit penyerta ibu saat hamil; umur ibu saat hamil; status gizi ibu saat hamil; *second-hand tobacco smoke*; dan pajanan polusi udara dalam ruang saat hamil (Tabel 6). Namun, variabel *second-hand tobacco smoke* menjadi variabel yang paling berpengaruh dibanding variabel lainnya, dilihat dari nilai OR. Responden yang terpajan asap rokok secara pasif, akan berisiko 14 kali lebih besar untuk melahirkan bayi dengan berat lahir rendah (BBLR).

Tabel 6. Permodelan akhir (*Full Model*) regresi logistik konsentrasi NO₂ di Udara selama kehamilandengan kejadian BBLR di Kota Palembang, 2015

Variabel	B	Exp (B)	95% Confidence Interval		Nilai p
			Lower	Upper	
Pajanan NO ₂ Trimester I	1,03	2,79	0,50	15,47	0,240
Pajanan NO ₂ Trimester II	-1,14	0,32	0,03	3,29	0,338
Pajanan NO ₂ Trimester III	2,44	11,51	2,02	65,79	0,006
Pajanan SO ₂ Trimester III	-2,05	0,13	0,02	0,75	0,022
Status GiziIbu Saat Hamil	1,95	7,01	1,15	42,87	0,035
<i>Second-hand Tobacco Smoke</i>	2,68	14,56	2,46	86,31	0,003
Penyakit Penyerta	0,31	1,37	0,24	7,89	0,727
Pajanan PM ₁₀ Trimester II	-0,32	0,73	0,08	6,54	0,775
Pajanan CO Trimester I	0,49	1,62	0,25	10,44	0,610
Pajanan SO ₂ Trimester II	0,71	2,02	0,38	10,80	0,410
Umur	0,72	2,05	0,32	13,17	0,449
Pajanan SO ₂ Trimester I	1,32	3,75	0,69	20,31	0,125
Pajanan CO Trimester II	1,27	3,56	0,77	16,48	0,105
<i>Indoor Air Pollution</i>	1,45	1,45	0,96	18,93	0,057
<i>Constant</i>	-16,30	0,00			0,002

PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan penelitian rekonfirmasi dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya (Oktora and Susanna, 2014) dengan topik yang serupa, namun dengan pengembangan disain studi penelitian. Hubungan pajanan konsentrasi NO₂ di udara ambien dengan kejadian BBLR yang diamati pada penelitian ini merupakan analisis hubungan sampai pada tingkat individu. Kesimpulan kausalitas, terutama *time relationship* dapat lebih dijelaskan pada penelitian ini karena menggunakan disain studi kasus kontrol. Penelitian ini merupakan penelitian sebagai bentuk proteksi yang berdasarkan bukti akademis mengenai suatu dampak pencemaran udara di Kota Palembang dan diharapkan nantinya dapat memberikan rekomendasi bagi pihak terkait guna melakukan manajemen penyehatan lingkungan sebagai bentuk upaya preventif terhadap kejadian ataupun gangguan kesehatan berbasis lingkungan.

Hasil analisis bivariat menyimpulkan adanya hubungan antara pajanan NO₂ di udara ambien pada trimester pertama kehamilan terhadap kejadian BBLR. Pada derajat kepercayaan 95%, responden yang terpajan tinggi NO₂ di udara ambien pada trimester pertama kehamilan dapat meningkatkan risiko kejadian BBLR. Hasil

ini mendukung sebuah hasil penelitian yang menyatakan bahwa hubungan konsentrasi NO₂ di udara ambien terhadap kejadian BBLR hanya signifikan untuk bulan kehamilan pertama dan bulan kehamilan kedua (Oktora and Susanna, 2014). Selain itu, beberapa penelitian menghasilkan kesimpulan bahwa terdapat hubungan antara pajanan NO₂ pada trimester pertama kehamilan terhadap BBLR baik yang disertai prakondisi kelahiran prematur, *Small Gestational Age* (SGA), *Intra Uterin Growth Retardation* (IUGR) atau kombinasi diantara ketiganya (Lee et al., 2003, Hannam et al., 2014, Liu et al., 2003, Bell et al., 2007, Ballester et al., 2010, Gouveia et al., 2004). Efek dominan dari pajanan NO₂ di udara ambien pada trimester pertama kehamilan adalah kelahiran prematur (Lee et al., 2003, Hannam et al., 2014).

Pertumbuhan dan perkembangan janin merupakan suatu proses yang panjang dan kompleks. Periode kritis adalah pada masa dua bulan pertama setelah konsepsi dimana sebagian besar organ dan jaringan mulai terbentuk (Brown, 2011). Pada trimester pertama diawali dengan penanaman *blastosit* pada lapisan *endometrium* yang terjadi pada hari ke-10 setelah pembuahan (Thureen PJ & Hay Jr, 2006). Periode ini bersifat satu arah dan tidak bisa diperbaiki bila terjadi gangguan atau kelainan. Tahapan

pertumbuhan janin dimulai pada akhir minggu kedelapan trimester pertama dan berlangsung hingga portus (Sloane, 2004).

Hasil analisis bivariat juga menyimpulkan adanya hubungan antara pajanan NO₂ di udara ambien pada trimester ketiga kehamilan terhadap kejadian BBLR. Pada derajat kepercayaan 95%, responden yang terpajan tinggi NO₂ di udara ambien pada trimester ketiga kehamilan dapat meningkatkan risiko kejadian BBLR. Hasil ini sejalan dengan hasil dari beberapa penelitian yang menyatakan adanya hubungan antara pajanan NO₂ di udara ambien pada trimester ketiga kehamilan terhadap kejadian BBLR baik yang diawali dengan kelahiran prematur, SGA, IUGR dan atau kombinasi diantara ketiganya (Gouveia et al., 2004, Mannes et al., 2005, Llop et al., 2010, Hannam et al., 2014, Liu et al., 2003).

Pajanan benda asing pada trimester pertama kehamilan yang tidak segera dapat diperbaiki oleh mekanisme pertahanan tubuh ibu hamil maka sangat mungkin untuk mengganggu proses pembentukan dan pertumbuhan janin yang berpotensi besar untuk memberikan dampak pada berat bayi saat dilahirkan. Salah satu efek NO₂ yaitu dapat menghasilkan penurunan efisiensi fungsi transplasenta yang berkaitan dengan penurunan pada pertumbuhan dan perkembangan janin. Selain itu, NO₂ dalam kadar yang cukup tinggi dapat bereaksi dengan Hb dan mempunyai sifat yang sama dengan CO, karena dapat menghalangi fungsi normal Hb dalam darah. Apabila berikatan dengan Hb maka akan terbentuk MethHb (*Meth Hemoglobin*) (Mukono, 2008). Jika kadar MethHb meningkat maka kadar oksigen akan berkurang karena molekul NO₂ akan menjadi berkompetitor bagi oksigen untuk berikatan dengan Hb. Bagi ibu hamil yang terpajan tinggi NO₂ maka umumnya molekul NO₂ akan menangkap sebagian besar dari hemoglobin dan hal ini tentu dapat mengganggu aktivitas suplai oksigen ke janin.

Setelah sirkulasi plasenta ke janin dibentuk maka janin menerima nutrisi dari plasenta. Transfer gizi ke janin melalui plasenta lebih banyak terjadi pada trimester kedua dan ketiga (Thureen PJ & Hay Jr, 2006). Informasi ini penting untuk

memahami bahwa pajanan polutan udara pada atau selama trimester ketiga berkaitan dengan kelainan plasenta, pertumbuhan janin dan berat lahir (Gouveia et al., 2004). Efek dominan yang diketahui dari pajanan NO₂ pada trimester ketiga kehamilan adalah pengurangan berat badan saat lahir.

Bias seleksi pada penelitian ini diupayakan untuk diatasi dengan cara mengontrol kondisi pada kedua kelompok studi yaitu kasus dan kontrol berdasarkan kriteria inklusi dan kriteria eksklusi dengan salah satu tujuannya adalah untuk meminimalkan perbedaan yang terjadi pada kelompok kasus dan kontrol. Namun, yang menjadi salah satu kekurangan pada penelitian ini adalah kesulitan peneliti untuk membuat kerangka sampel dari kelompok kasus ataupun kontrol dikarenakan sistem dokumentasi beberapa puskesmas yang masih dirasakan perlu perbaikan. Hal ini menyebabkan sampel dipilih tidak secara murni dengan random tetapi langsung dipilih berdasarkan kriteria inklusi yang telah ditetapkan. Bias informasi masih sangat mungkin terjadi pada penelitian ini meskipun peneliti telah berupaya meminimalkan bias informasi terutama yang disebabkan karena *recall bias*. Selain itu peneliti berkeyakinan bahwa *recall bias* yang terjadi pun tidak akan cukup besar hingga sampai mengganggu hasil penelitian dikarenakan rentang waktu penelitian dengan periode waktu yang ditanyakan tidak terlalu jauh yaitu berkisar antara 1-2 tahun. Variabel-variabel yang diteliti dan ditanyakan pada responden juga sebagian besar merupakan kejadian atau variabel yang tidak biasa (*unforgettable moment*) seperti kelahiran, kehamilan dan kondisi saat hamil. Kemungkinan adanya perancu terhadap hubungan pajanan NO₂ di udara ambien selama kehamilan terhadap kejadian BBLR dikendalikan pada tahap analisis. Analisis multivariat yang dilakukan terhadap pajanan NO₂ di udara ambien selama kehamilan dengan kejadian BBLR yang menyertakan beberapa variabel yang berpotensi sebagai perancu seperti variabel *co-pollutant* (SO₂, CO, dan PM₁₀), umur ibu saat hamil, status gizi ibu saat hamil, penyakit penyerta ibu saat hamil, paritas, pajanan asap rokok dan pajanan polusi udara dalam ruang. Setelah dilakukan analisis diketahui bahwa variabel *co-pollutant* (SO₂,

CO, dan PM₁₀), umur ibu saat hamil, status gizi ibu saat hamil, penyakit penyerta ibu saat hamil, pajanan asap rokok dan pajanan polusi udara dalam ruang merupakan perancu. Dengan demikian *odds ratio* yang didapatkan pada hubungan pajanan NO₂ di udara ambien selama kehamilan di tiap trimester kehamilan terhadap kejadian BBLR merupakan *odds ratio* yang diperoleh dari hasil analisis setelah mengendalikan variabel *co-pollutant* (SO₂, CO, dan PM₁₀), umur ibu saat hamil, status gizi ibu saat hamil, penyakit penyerta ibu saat hamil, pajanan asap rokok dan pajanan polusi udara dalam ruang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pajanan NO₂ di udara ambien pada trimester pertama kehamilan dan trimester ketiga kehamilan berhubungan secara signifikan terhadap kejadian Berat Bayi Lahir Rendah (BBLR). Variabel yang paling berhubungan dengan kejadian BBLR adalah pajanan NO₂ di udara ambien pada trimester ketiga kehamilan setelah dikontrol oleh variabel lainnya. Responden yang terpajan tinggi NO₂ pada trimester ketiga kehamilan, akan mengalami risiko kelahiran BBLR sebanyak 11 kali lebih tinggi dibanding responden yang tidak terpajan tinggi NO₂.

Saran

Disarankan kepada pemerintah daerah, khususnya sektor kesehatan (Dinas Kesehatan Kota Palembang, BTKL PPM Palembang dan Puskesmas) untuk melakukan penyehatan udara, meliputi pengukuran kualitas udara secara berkala dan pemantauan terhadap daerah-daerah yang memiliki konsentrasi polutan udara yang tinggi, khususnya polutan gas NO₂. Dinas Kesehatan juga disarankan untuk melakukan surveilans epidemiologi terhadap penyakit-penyakit yang diduga sebagai akibat pajanan pencemaran udara, meminimalisasi faktor penyebab terjadinya polusi udara ambien dan polusi udara dan melaksanakan Analisis Dampak Kesehatan Lingkungan (AMDAL) pada industri atau usaha yang akan dibangun dan UPL atau UKL pada industri yang diduga melakukan pencemaran udara.

Kepada masyarakat, khususnya ibu hamil disarankan untuk mengkonsumsi makanan dan minuman yang memiliki manfaat sebagai anti oksidan, khususnya pada periode kehamilan trimester pertama dan ketiga. Ibu hamil juga disarankan untuk menghindari penggunaan obat anti nyamuk bakar dan tidak melakukan pengolahan sampah dengan cara dibakar di halaman rumah, guna mengurangi pajanan zat polutan. Untuk pengembangan ilmu pengetahuan, penulis menyarankan penelitian selanjutnya dilakukan dengan pengembangan disain studi seperti disain studi kohort prospektif untuk lebih memberikan penjelasan mengenai kausalitas hubungan pajanan konsentrasi NO₂ di udara ambien terhadap kejadian BBLR. Penambahan variabel-variabel seperti penyakit penyerta hamil yang diakibatkan pajanan polusi udara, status ekonomi serta variabel meteorologi dan klimatologi juga dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya demi tercapai hasil penelitian yang semakin baik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada tim peneliti yang telah membantu dalam penyusunan proposal penelitian, pengumpulan data, analisis, sampai dengan penyelesaian laporan akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Balitbangkes, 2007. Riset Nasional Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2007. Jakarta. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Balitbangkes, 2013. Riset Nasional Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2013. Jakarta. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Ballester, F., Estarlich, M., Iñiguez, C., Llop, S., Ramón, R., Esplugues, A., Lacasaña, M. & Rebagliato, M. 2010. Air pollution exposure during pregnancy and reduced birth size: a prospective birth cohort study in Valencia, Spain. *Environmental Health*, 9, 6.
- Bell, M. L., Ebisu, K. & Belanger, K. 2007. Ambient air pollution and low birth weight in Connecticut and Massachusetts. *Environmental health perspectives*, 1118-1124.
- Brown, e. a. 2011. The Impact of Perceived Maternal Stress and Other Psychosocial Risk Factors on Pregnancy Complications. *Obstetrical & Gynecological Survey*, 66, 475-476.

- Dinkes, 2015. Profil Kesehatan Kota Palembang 2014. Palembang: Dinas Kesehatan Kota Palembang.
- EPA. 2013. Nitrogen Dioxide [online]. diakses dari : <http://www.epa.gov/air/nitrogenoxides/> (29 Mei 2014)
- Gouveia, N., Bremner, S. & Novaes, H. 2004. Association between ambient air pollution and birth weight in São Paulo, Brazil. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 58, 11-17.
- Hannam, K., McNamee, R., Baker, P., Sibley, C. & Agius, R. 2014. Air pollution exposure and adverse pregnancy outcomes in a large UK birth cohort: use of a novel spatio-temporal modelling technique. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 40, 518-530.
- KLH, 2013. Profil Kualitas Udara Kota di Indonesia 2012. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup RI.
- KLH, 2013. Pengendalian pencemaran udara perkotaan. Diunduh dari www.menlh.go.id/pengendalian-pencemaran-udara-perkotaan.
- Landis, Wayne G. 2005. Introduction to Environmental Toxicology; Impacts of Chemicals upon Ecological Systems (third Ed). Florida: Lewis Publishers
- Lee, B. E., Ha, E. H., Park, H. S., Kim, Y. J., Hong, Y. C., Kim, H. & Lee, J. T. 2003. Exposure to air pollution during different gestational phases contributes to risks of low birth weight. *Human Reproduction*, 18, 638-643.
- Lemeshow 1990. Adequacy of Sample Size in Health Studies. Genewa, John Wiley & Sons.
- Lin, C.-M., Li, C.-Y., Yang, G.-Y. & Mao, I.-F. 2004. Association between maternal exposure to elevated ambient sulfur dioxide during pregnancy and term low birth weight. *Environmental Research*, 96, 41-50.
- Liu, S., Krewski, D., Shi, Y., Chen, Y. & Burnett, R. T. 2003. Association between gaseous ambient air pollutants and adverse pregnancy outcomes in Vancouver, Canada. *Environmental health perspectives*, 111, 1773.
- Llop, S., Ballester, F., Estarlich, M., Esplugues, A., Rebagliato, M. & Iñiguez, C. 2010. Preterm birth and exposure to air pollutants during pregnancy. *Environmental Research*, 110, 778-785.
- Madsen, C., Gehring, U., Walker, S. E., Brunekreef, B., Stigum, H., Næss, Ø. & Nafstad, P. 2010. Ambient air pollution exposure, residential mobility and term birth weight in Oslo, Norway. *Environmental Research*, 110, 363-371.
- Mannes, T., Jalaludin, B., Morgan, G., Lincoln, D., Sheppard, V. & Corbett, S. 2005. Impact of ambient air pollution on birth weight in Sydney, Australia. *Occupational and Environmental Medicine*, 62, 524-530.
- Morello-Frosch, R., Jesdale, B. M., Sadd, J. L. & Pastor, M. 2010. Ambient air pollution exposure and full-term birth weight in California. *Environmental Health*, 9, 44.
- Mukono, H. 2008. Pencemaran udara dan pengaruhnya terhadap gangguan saluran pernapasan. Gramedia. Jakarta.
- Oktora, B. & Susanna, D. 2014. Pajanan NO2 Bulan Pertama dan Kedua Kehamilan terhadap Bayi dengan Berat Badan Lahir Rendah. *Kesmas: National Public Health Journal*, 284-288.
- Ritz, B., Wilhelm, M., Hoggatt, K. J. & Ghosh, J. K. C. 2007. Ambient air pollution and preterm birth in the environment and pregnancy outcomes study at the University of California, Los Angeles. *American journal of epidemiology*, 166, 1045-1052.
- Salam, M. T., Millstein, J., Li, Y.-F., Lurmann, F. W., Margolis, H. G. & Gilliland, F. D. 2005. Birth outcomes and prenatal exposure to ozone, carbon monoxide, and particulate matter: results from the Children's Health Study. *Environmental health perspectives*, 113, 1638-1644.
- Sloane 2004. *Anatomi dan Fisiologi*, Jakarta, Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Thureen Pj & Hay Jr, W. 2006. Early Postnatal Administration of Intravenous Amino Acid to Preterm, Extremely Low Birth Weight Infants. *The Journal of Pediatrics* 148, 291-294.
- UK Government. 2010. Nitrogen Dioxide in the United Kingdom; Summary. United Kingdom: Department for Environment, Food and Rural Affairs.
- WHO-UNICEF, 2014. Joint Statement on Home Visits for the Newborn Child; a Strategy to Improve Survival
- WHO, 2013. The Top 10 Causes of Death: The 10 Leading Causes of Death in the World, 2000 and 2011
- WHO, 2014a. Air pollution. Available: http://www.who.int/topics/air_pollution/en/ [Accessed 1 April 2014].
- WHO, 2014b. Fact sheets. *The top 10 causes of death* [Online]. Available: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs_310/en/ [Accessed 1 April 2014].