

Kode/ Nama Rumpun Ilmu: 351 / Kesehatan Masyarakat

LAPORAN PENELITIAN

Hubungan Polusi Udara dengan Kejadian BBLR Di Kota Palangka Raya

Oleh:

Vissia Didin Ardiyani, SKM, MKM

**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
BADAN PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN SUMBER DAYA MANUSIA KESEHATAN
POLITEKNIK KESEHATAN PALANGKA RAYA
2015**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : **Hubungan Polusi Udara dengan Kejadian BBLR di Kota Palangka Raya**

Peneliti Utama	
Nama Lengkap	: Vissia Didin Ardiyani, SKM, MKM
NIP	: 19790414 2002 122002
Jabatan Fungsional	: Lektor
Program Study	: D III Gizi
Nomor HP	: 082149988997
Alamat surel (email)	: didin1404@yahoo.com

Palangka Raya, 15 Desember 2015

Mengetahui,
Kepala UPPM



(Vissia Didin Ardiyani, SKM, MKM)
NIP. 19790414 200212 2 002

Ketua,



(Vissia Didin Ardiyani, SKM, MKM)
NIP. 19790414 200212 2 002

Mengesahkan,



(Dhini, M.Kes)
NIP. 19650401 198902 2 002

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	1
HALAMAN PENGESAHAN.....	2
DAFTAR ISI.....	3
ABSTRAK.....	4
I PENDAHULUAN.....	5
A. Latar Belakang.....	5
B. Rumusan Masalah.....	7
TUJUAN PENELITIAN.....	7
A. Tujuan Umum.....	7
B. Tujuan Khusus.....	7
II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
III KERANGKA KONSEP, DEFINISI OPERASIONAL DAN	9
HIPOTESIS.....	
IV METODE PENELITIAN.....	21
A. Desain Penelitian.....	22
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
C Populasi dan Sampel.....	22
D. Analisis Data.....	22
V ETIKA PENELITIAN.....	22
VI HASIL.....	27
VII PEMBAHASAN.....	31
VIII KESIMPULAN DAN SARAN.....	35
IX DAFTAR KEPUSTAKAAN.....	36
X LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	38

ABSTRAK

Kebakaran telah membakar 10 juta hektar hutan dan lahan. Salah satu giga ton karbon dioksida (CO₂) dan PM₁₀ telah dirilis. Salah satu bahan yang ditemukan dalam PM₁₀ dan diperkirakan sebagai akibat dari berbagai kesehatan manusia yang merugikan adalah Benzo [a] pyrene. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara keterpaparan Polusi Udara dengan Kejadian BBLR di Kota Palangka Raya. Desain penelitian menggunakan kasus control. Kasus diambil dari 1 RSU yang ada di Kota Palangka Raya.

Kadar PM 10 yang berhasil diperoleh dari pengukuran di Palangka Raya berkisar antara 5,3 µg/m³ dengan rata-rata sebesar 190,66 µg/m³. Bila dibandingkan dengan baku mutu udar ambien yang berlaku (dengan ekstrapolasi kadar PM₁₀ dalam tiga bulan adalah sebesar 78 µg/m³). Hasil estimasi peningkatan kasus BBLR adalah kejadian kasus BBLR tertinggi berada di bulan Februari 2014 s.d. Juni 2016 hal tersebut berarti wanita yang melahirkan di bulan itu usia kehamilan pertamanya berada di bulan Juni-Agustus sehingga saat kejadian para wanita tersebut terpapar asap kebakaran hutan.

Disarankan dilakukan penelitian lanjut untuk mendapatkan metode yang lebih komprehensif agar diperoleh hasil perhitungan kerugian yang lebih akurat dengan rancangan penelitian yang lain, *case control* atau *cohort*. Disarankan untuk melakukan penelitian jangka panjang dampak kesehatan yang mungkin ditimbulkan oleh pencemaran udara akibat kebakaran hutan dan lahan. Disarankan melakukan pemantauan kualitas udara secara rutin dan berkesinambungan, terutama untuk daerah-daerah yang rawan kebakaran hutan dan lahan di seluruh wilayah Indonesia.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia terletak di khatulistiwa yang terkenal dengan sumber daya alamnya seperti hutan hujan tropis, dan adalah negara terbesar ketiga di dunia yang memiliki hutan. Kebijakan pemerintah untuk mengeksploitasi hutan secara besar-besaran melalui HPH, konsesi perkebunan kelapa sawit, pembukaan lahan untuk transmigrasi, pembukaan lahan pertanian yang, memperluas perkebunan, dan sebagainya tanpa mempertimbangkan kapasitas tanah dan perubahan komponen lingkungan sehingga hutan menjadi kondusif untuk terjadinya kebakaran hutan dengan tingkat yang lebih tinggi mudah terbakar. Hal ini didukung oleh iklim kering karena ENSO (El Nino Southern Oscillation) dengan periode 5-10 tahun yang mengakibatkan musim kemarau menjadi lebih panjang (lebih dari 4 bulan). (Dharmawan, 2003). Kebakaran lahan dan hutan di Indonesia khususnya di Kalimantan Tengah terjadi setiap tahun di beberapa lokasi dengan intensitas yang berbeda dan luasan. Pada awal September di sebagian besar Kalimantan, jumlah tertinggi distribusi hotspot terjadi di Kalimantan. NOAA 12 satelit yang tercatat 3.721 hotspot di Kalimantan Tengah dan lingkungan Kalimantan Barat memiliki 2.271 hotspot. Hal ini menyebabkan kabut. Haze lebih tebal di Palangka Raya. Kabut yang dihasilkan dari arahan besar-besaran dari pembakaran. Dalam kedua provinsi menderita masalah kesehatan. Pada tahun 2008, WHO memperkirakan 93,4% kematian di Indonesia akibat polusi udara. (Trisnawati, 2000).

Kebakaran telah membakar 10 juta hektar hutan dan lahan. Salah satu giga ton karbon dioksida (CO₂) dan PM₁₀ telah dirilis. Salah satu bahan yang ditemukan dalam PM₁₀ dan diperkirakan sebagai akibat dari berbagai kesehatan manusia yang merugikan adalah Benzo [a] pyrene. Hubungan antara polusi udara dan pengaruhnya dalam kesehatan manusia lebih kuat karena paparan bahan kimia yang menempel di PM₁₀ daripada gas co-polutan. Benzo [a] pyrene terdaftar sebagai kelompok 1 karsinogen IARC dan memiliki kekuatan yang paling (skor 10) dibandingkan dengan polutan lain untuk mengganggu komunikasi intra dan antar di mutasi sel. Sejumlah besar Benzo [a] pyrene telah ditemukan dalam bentuk PM_{2.5-10} debu.

Hubungan antara polusi udara beracun telah ditemukan sehari-hari dan peningkatan risiko berbagai hasil kesehatan yang merugikan, termasuk di banyak penyakit tidak

menular dan berat badan lahir juga. Banyak penelitian telah dilakukan dalam berhubungan dengan polusi udara mempengaruhi pada bayi. Studi di kota dan desa-desa di Poland 1975-1988 melaporkan kejadian berat badan lahir rendah lebih tinggi daripada di kota daripada di desa. Penelitian lain melaporkan bahwa polusi udara perkotaan adalah faktor risiko yang signifikan untuk berat badan lahir rendah. Kedua penelitian tersebut menyimpulkan bahwa temuan itu tidak berhubungan dengan diet atau perawakan orang tua, namun karena polusi udara lingkungan. (Pirrera, 1999; Arden).

Beberapa penelitian di Indonesia telah mengungkapkan dampak polusi udara akibat kebakaran hutan secara epidemiologis. Namun, pendekatan secara biologi molekuler belum banyak dilakukan. Pada penelitian ini akan mempelajari bagaimana suatu zat karsinogen Benzo [a]pyrene (B[a]P) salah satu polutan yang memiliki kemampuan untuk merusak DNA. (Pisani, 2006). Polutan udara yang mengandung B [a] P mempengaruhi transformasi DNA di mana kemampuan merusak DNA tersebut dilakukan dengan cara mengubah pola ekspresi gen (CYP1A1*2A dan GSTM1). Hal ini juga menyebabkan kerentanan pada manusia yang terpajan polutan yang mengandung B [a] P. Dampak B[a]P berefek negative secara fungsional seperti munculnya hipertensi pada CVD, gangguan pernafasan, dan berkurangnya berat badan lahir (Mulli., 2001; Oberdoster, 2005; Ostro, 2011; Kishi, 2007 dalam Ela 2013). Di Manhattan USA, yang meneliti 170 ibu hamil tanpa perilaku merokok dan 230 bayi, diperoleh laporan bahwa B[a]P dari polutan udara dapat menyebabkan berkurangnya berat badan bayi 276 gram (8%), lingkar kepala 1,3 cm (3%) (Perera, 2005).

Bayi Berat Lahir Rendah (BBLR) masih merupakan masalah kesehatan masyarakat. BBLR terdiri atas BBLR kurang bulan dan BBLR cukup bulan/lebih bulan. BBLR kurang bulan/prematur, biasanya mengalami penyulit, dan memerlukan perawatan yang memadai. BBLR yang cukup/lebih bulan umumnya organ tubuhnya sudah matur sehingga tidak terlalu bermasalah dalam perawatannya (Kemenkes, 2009). World Health Organization (WHO) mendefinisikan Bayi Berat Lahir Rendah sebagai bayi yang lahir dengan berat badan kurang dari 2500 gr. Definisi ini berdasarkan pada hasil observasi epidemiologi yang membuktikan bahwa bayi lahir dengan berat kurang dari 2500 gram mempunyai kontribusi terhadap kesehatan yang buruk. Tahun 2013, menurut Unicef. hampir 22 juta bayi berat lahir rendah yang lahir setiap tahun (16% dari semua kelahiran) akan menghadapi konsekuensi kesehatan jangka panjang. Berat badan lahir rendah merupakan penentu utama kematian, morbiditas dan kecacatan pada bayi dan anak-anak

dan juga akan memperlambat pertumbuhan dan perkembangan anak, serta berpengaruh pada penurunan kecerdasan (Andrea, 2013) sehingga dalam waktu jangka panjang akan mempengaruhi dalam kehidupan dewasa nanti yang ada kemungkinan akan terkena diabetes atau jantung. Menurut Paul and Saha (2012) dalam bukunya yang berjudul *Physical growth pattern and morbidity of LBW babies in a slum of Kolkata: A study of physical growth pattern and morbidity of low birth weight babies in a slum of Kolkata, West Bengal, India* melaporkan bahwa bayi BBLR meningkatkan risiko terjadinya stunting. Penelitian oleh Martika (2012) di Yogyakarta menunjukkan bahwa ada hubungan antara berat badan lahir rendah (BBLR) dengan perkembangan motorik anak, anak dengan riwayat BBLR memiliki *suspect* ntuk terjadinya keterlambatan perkembangan motorik halus 27,6 kali dan perkembangan motorik kasar 8,18 kali lebih besar dibandingkan anak normal.

Di Indonesia berdasarkan data Riskesdas 2010 dan 2013 dilaporkan adanya sedikit penurunan yaitu dari 11,1% menjadi 10,2%. Di Provinsi Kalteng sendiri BBLR masuk ke dalam urutan ke-3 dengan prevalensi BBLR sebesar 18% dan 14% secara berurutan. Walaupun telah terjadi penurunan namun angka ini masih di atas angka nasional. Berdasarkan data laporan dari RSUD Doris Sylvanus pada tahun 2013 dan 2014 telah terjadi peningkatan kasus BBLR terutama pada bulan September – Oktober.

Penelitian ini dilakukan untuk mencari kuat buktinya polutan udara paparan mempengaruhi janin dan anak-anak, untuk mengukur pencemar udara dalam darah wanita hamil, dan untuk mengetahui interaksi antara lingkungan dan genetik. Pemahaman yang lebih baik dari ini dapat membantu untuk mengembangkan intervensi untuk mengurangi paparan wanita hamil terhadap polutan.

B. Rumusan Masalah

Apakah ada hubungan antara keterpaparan polusi udara akibat kebakaran hutan dengan kejadian BBLR.

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui hubungan keterpaparan polusi udara akibat kebakaran hutan dengan kejadian BBLR.

2. Tujuan Khusus

- 1) Untuk mengetahui untuk mengukur pencemar udara
- 2) Untuk mendeteksi efek polusi udara yang dilepaskan dari kebakaran hutan pada hasil kelahiran ibu hamil,
- 3) Untuk mengetahui hubungan antara keterpaparan asap kebakaran hutan dengan kejadian BBLR.

4. Manfaat Penelitian

Melalui temuan ini dapat diaplikasikan sebagai perencanaan program intervensi untuk mengurangi paparan wanita hamil terhadap polutan di Indonesia khususnya di Kalimantan Tengah, dan untuk memperkirakan dampak dari kebakaran hutan juga. Hal ini dapat membantu generasi masa depan yang lebih baik Indonesia (yaitu untuk mengurangi angka kematian bayi yang relatif lebih tinggi daripada yang lain bagian di Indonesia, untuk mengurangi pengerdilan yang berhubungan dengan BBLR dan meningkatkan kinerja kognitif. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk menginformasikan pihak ketiga yang perhatian dalam dampak kebakaran hutan untuk memahami efek negatif dari itu.

Untuk pembuat kebijakan, informasi ini akan menjadi pedoman untuk mencegah bencana nasional dan masalah lingkungan yang menghasilkan berbahaya polisiklik aromatik karbon (PAH) (kebakaran hutan). Penelitian ini akan selesai dalam jangka waktu 3 tahun dengan berkolaborasi dengan Litbangkes, Dinas Kesehatan, dan Bappeda Provinsi Kalteng.

Berdasarkan hasil temuan pada penelitian ini nantinya akan digunakan untuk regulasi Partikulat Matter dan pencegahan primer LBW yang dipengaruhi oleh variable yang terdapat dalam penelitian yang diusulkan ini sehingga dapat mengurangi risiko efek kelahiran. Jika ditemukan adanya interaksi antara PM dengan nutrisi, dapat dijadikan peluang intervensi terkait gizi-lingkungan dengan mempertimbangkan aspek geografi dan adanya program tambahan untuk wanita, bayi dan anak-anak.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Komposisi Udara Atmosfir

Komposisi udara atmosfer bumi tidak tetap. Bermiliar-miliar tahun yang lalu, udara atmosfer sebagian besar terdiri dari gas hydrogen, metan, dan ammonia. Secara berangsur-angsur proses fotosintesis dan respirasi aerobik dari organisme hidup merubah komposisi tersebut sehingga saat ini udara atmosfer sesuai dengan volumenya terdiri dari 78% (N₂) dan 21% oksigen (O₂) dengan sejumlah kecil argon (Ar), karbonmonoksida (CO₂), uap air (H₂O), dan gas-gas lainnya. Presentase karbondioksida dan air di atmosfer bervariasi, namun presentase gas-gas lainnya relative konstan. (Kunoputranto 1995).

B. Standar Kualitas Udara

Udara di alam tidak pernah ditemukan dalam keadaan bersih tanpa polutan sama sekali. Beberapa gas seperti sulfur dioksida (SO₂), hydrogen sulfide (H₂S), dan karbon monoksida (CO) selalu dibebaskan ke udara sebagai produk sampingan dari proses-proses alami seperti aktivitas vulkanik, pembusukan sampah tanaman, kebakaran hutan dan sebagainya. Selain itu partikel-partikel padatan dan cairan berukuran kecil. Dapat tersebar di udara oleh angin, letusan vulkanik atau gangguan alam lainnya. Selain disebabkan oleh polutan alami tersebut, polusi udara juga dapat disebabkan oleh aktivitas manusia (Fardiaz, 1992).

Untuk menggambarkan kualitas udara ambien pada tempat dan waktu yang tertentu dikembangkan indeks standar polusi udara (ISPU), yang ditetapkan dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup no. KEP/45/MENLH/10/1997. Indeks ini didasarkan pada dampak kualitas udara terhadap kesehatan manusia (yang terutama), nilai estetika dan dampak terhadap makhluk hidup yang lain. Parameter ISPU (meliputi PM₁₀, SO₂, CO, dan NO₂) ditetapkan dengan mengkonversikan kadar pencemaran udara yang terukur menjadi suatu angka tanpa satuan ukuran dengan rentang nilai 0-500. Jangka waktu pengukurannya dapat dilihat pada lampiran 1. Nilai ISPU dari hasil pengukuran kualitas udara secara kontinu selama 24 jam pada suatu tempat ditentukan oleh salah satu parameter ISPU yang mempunyai angka rata-rata tertinggi hari itu.

Kaitan ISPU dengan kesehatan dan usaha pencegahan yang perlu dilakukan dapat dilihat pada lampiran 2. Untuk memudahkan bagi penduduk daerah bencana kabut asap

dalam melakukan tindakan pencegahan ketika terjadi kebakaran hutan dan lahan dalam bulan Juni-September 2014 yang lalu setiap hari dikibarkan bendera petunjuk ISPU yang saat itu warnanya diganti menurut nilai ISPU.

C. Pencemaran Udara

Udara merupakan salah satu unsur lingkungan yang mutunya harus tetap dijaga karena di dalam udara terkandung sejumlah besar oksigen yang merupakan komponen penting bagi kelangsungan hidup manusia. Udara di alam tidak ditemukan bersih tanpa polutan. Beberapa gas seperti sulfur dioksida (SO_2), hydrogen sulfide (H_2S) dan karbon monoksida (CO) selalu dibebaskan di udara sebagai produk sampingan dari proses-proses alami seperti aktivitas vulkanik, pembusukan sampah tanaman, kebakaran hutan dan sebagainya. Udara yang tercemar dapat merusak lingkungan dan kehidupan manusia. Terjadinya kerusakan lingkungan berarti berkurangnya daya dukung alam yang akan mengurangi kualitas hidup manusia.

1. Definisi

Definisi pencemaran udara telah diterbitkan oleh pemerintah pada tahun 1999 dengan nama peraturan pemerintah no. 41 tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara pasal 1, ayat (1) adalah sebagai berikut:

“Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat energy, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya”

Beberapa bahan pencemar dapat dibagi menjadi dua bagian (Pudjiastuti L., 2008):

- 1) Pencemar primer, adalah zat kimia yang langsung mengkontaminasi udara dalam konsentrasi yang membahayakan. Zat tersebut berasal dari komponen udara alamiah seperti karbondioksida yang meningkat di atas normal atau sesuatu yang tidak biasanya ditemukan dalam udara misalnya timbal (Pb).
- 2) Pencemaran sekunder, adalah senyawa kimia berbahaya yang terbentuk di atmosfer melalui reaksi kimia di antara berbagai komponen di udara.

2. Karakteristik Bahan Pencemar Udara

Menurut Pudjiastuti L. (2008) pencemar yang terdapat di udara ada yang berasal dari benda mati seperti debu, gas, asap, uap. Ada pula yang berasal dari

mikroorganisme seperti bakteri, virus, jamur, dan makhluk hidup seperti tepung sari atau debu yang berasal dari hewan atau tumbuhan.

Sifat-sifat fisik pencemar dibagi dalam 4 bagian sebagai berikut:

- 1) Gas, yaitu bentuk wujud yang tidak mempunyai bangun sendiri, melainkan mengisi ruang tertutup pada keadaan suhu dan tekanan normal. Tingkat wujudnya bisa diubah menjadi cair atau padat hanya dengan kombinasi meninggikan tekanan dan menurunkan suhu. Sifat gas pada umumnya tidak terlihat dalam konsentrasi rendah tidak berbau, tidak berwarna, dan berdifusi mengisi seluruh ruangan.
- 2) Uap, yaitu hasil penguapan dari zat yang dalam keadaan biasa berbetuj zat padat atau zat cair dan yang dapat dikembalikan ke tingkat wujud yang semula baik hanya dengan meninggikan tekanan atau dengan hanya menurunkan suhu.
- 3) Debu, yaitu partikel zat padat yang berasal dari bahan organik maupun anorganik. Debu yang terhisap oleh manusia (*Respirable particulate matter – RPM*) berukuran sampai dengan $10\mu\text{m}$ tidak dapat terhidap oleh manusia (non RPM).
- 4) Asap, biasanya dianggap sebagai partikel zat karbon yang berukuran kurang dari $0.5\mu\text{m}$ sebagai akibat pembakaran yang tidak sempurna bahan mengandung karbon.

Konsentrasi pencemar di udara tergantung kepada kondisi cuaca. Kecepatan dan arah angin berhembus, distribusi suhu vertikal dan kelembaban adalah unsur-unsur yang berperan dalam perubahan cuaca. Kecepatan angin mempengaruhi distribusi pencemar. Konsentrasi pencemar akan berkurang jika angin kencang dan membagikan pencemar ini secara mendatar atau tegak lurus (Sastrawijaya, 2010).

3. Pencemaran Udara oleh Partikulat (PM_{10})

PM_{10} adalah fraksi partikel yang berukuran $10\mu\text{m}$ ke bawah yang melayan di atmosfer (Agree, 1993). Partikel melayang (*particulate matter*) merupakan campuran yang kompleks dari bahan-bahan organik dan anorganik (WHO, 1987). Partikel melayang adalah istilah yang dipergunakan untuk suatu campuran partikel padat dan tetesan halus cairan yang terdapat diudara (US EPA, 1997). Apabila partikel berbentuk padat disebut debu. Kondensasi atau disperse partikel berbentuk

cair disebut embun atau kabut. Antara awan atau embun dan asap kadang-kadang sukar dibedakan sehingga disebut saja asap.

Partikel terdeposisi dengan berbagai ukuran sehingga mempunyai masa tinggal yang berbeda di udara.

1. Partikel dengan ukuran di atas 10-100 mikron mempunyai masa tinggal di udara selama 1-2 hari dan terdeposisi akibat presipitasi atas hujan. Partikel dalam ukuran ini tidak membahayakan kesehatan karena akan ditangkap oleh bulu-bulu hidung (*non respirable large size particulate*).
2. Partikel berukuran 1-10 mikron mempunyai masa tinggal di udara yang cenderung lebih lama karena bertahan dalam bentuk suspensi di udara. Partikel jenis ini melayang di udara sebagai abu terbang yang bila bereaksi dengan bahan kimia yang tersolidifikasi. Mekanisme pertahanan tubuh terhadap partikel jenis ini adalah selaput lender.
3. Partikel berukuran kurang dari 2 mikron mempunyai masa tinggal di troposfer selama 1-2 minggu kemudian naik ke stratosfer dan bertahan selama 1-5 tahun dan akhirnya bergabung menjadi partikel besar dan kembali ke bumi. Partikel ini sangat berbahaya karena berpotensi untuk menyerap zat pencemar lain dan juga berpotensi untuk masuk ke dalam saluran pernafasan dalam.

Partikel dan SO₂ berkaitan erat dengan penurunan fungsi paru-paru, peningkatan mortalitas dan morbiditas. Partikel yang juga dapat mengganggu daya pandang ini, membahayakan bagi lalu lintas udara, darat maupun laut, dan sering menyebabkan kecelakaan. Disamping itu partikel kemungkinan berperan pula dalam *global warming*.

Pencemaran udara karena partikel debu biasanya menyebabkan penyakit-penyakit pernafasan kronis seperti asma bronkial, bronchitis kronis, emfisema paru, ISPA, dan bukan kanker paru. Sedangkan pencemaran gas di udara dapat langsung masuk sampai paru-paru dan akhirnya diserap oleh darah.

Partikulat menyebar di atmosfer akibat dari berbagai proses alami seperti letusan volcano, hembusan debu serta tanah oleh angin. Aktifitas manusia juga berperan dalam penyebaran partikel, contohnya dalam bentuk partikel debu dan asbes dari bahan bangunan, abu terbang dari proses peleburan baja dan asap dari proses pembakaran tidak sempurna terutama dari batu arang. Sumber partikel yang utama adalah cerobong asap pabrik.

Partikel-partikel ini akan tinggal di udara untuk beberapa hari dan dapat masuk ke dalam ruangan. Partikel yang kecil akan tinggal mungkin dalam beberapa minggu. Sedangkan partikel yang besar segera jatuh di sekitar sumbernya. Debu akibat ledakan nuklir, kebakaran hutan, letusan gunung berapi, dan industry dapat melayang-layang ribuan kilometer dari tempat asalnya (Pudjiastuti L. 2008).

Partikel di atmosfer dalam bentuk suspensi yang terdiri atas partikel-partikel padat dan cair. Ukuran partikel dari 100 mikron hingga kurang dari 0,01 mikron. Terdapat hubungan antara ukuran partikel polutan dengan sumbernya (Fardias (2012).

Menurut Bank Dunia yang dipimpin oleh Thomas R. Walton (2003), partikel-partikel halus di udara merupakan suatu ancaman kesehatan yang utama bagi orang Indonesia. Iritasi selaput lendir dan permulaan dari penyakit pernafasan dan penyakit lain merupakan kondisi utama yang berkaitan dengan partikel. Partikel yang lebih halus PM_{10} dan khususnya $PM_{2,5}$ yang ultra halus adalah yang paling berbahaya. Pada udara ambien, partikel biasanya ada dengan sejumlah zat pencema lain. Banyak studi epidemiologi telah menunjukkan bahwa partikel dan SO_2 merupakan risiko kesehatan yang tertinggi. Diperkirakan bahwa 35% dari emisi partikel dikeluarkan dari pembakaran bahan bakar (termasuk kegiatan rumah tangga), 30% dari sumber transportasi, 15% dari industry, 12 % dari sumber lain (konstruksi dan debu) dan 8% dari pembuangan limbah padat (pembakaran sampah perkotaan dan pembakaran terbuka).

4. Mekanisme Biologi $PM_{2,5}$ terhadap Hasil Jadi Kehamilan

Mekanisme biologis yang spesifik dimana PM mempengaruhi hasil perinatal tetap sepenuhnya dijelaskan. Namun, epidemiologi, klinis, dan bukti eksperimental berkorelasi tingkat saat PM dengan kedua efek pernapasan dan kardiovaskular (Brook et al 2004;. Donaldson dan MacNee 2001; Paus et al 2004a, 2004b;. Schwartz 2001), dan memberikan corollaries sekitar yang kita telah mengembangkan biologis hipotesis yang masuk akal menghubungkan paparan PM dan hasil kelahiran disajikan pada Gambar 1. rentang ukuran partikel yang berbeda termasuk partikel ultra fine (dengan diameter aerodinamis $<0,1 \mu m$), partikel fine (dengan diameter aerodinamis $<2,5 \mu m$), dan partikel kasar (dengan diameter aerodinamis 2,5-10 μm) yang penting untuk kerangka ini. Gambar 1 menggambarkan efek PM baik kronis dan akut bersama-sama. Lima mungkin meskipun tidak eksklusif mekanisme biologis telah

diajukan dalam literatur untuk menjelaskan efek ini. Dalam teks berikut, kami menjelaskan mekanisme ini. Meskipun peningkatan jumlah penelitian mendukung gagasan bahwa PM dikaitkan dengan efek kardiovaskular, penelitian ini saat ini hanya memberikan gambaran fragmentaris dan agak tidak meyakinkan dari jalur biologis yang kompleks yang terlibat.

a. *Stres oksidatif.*

PM paparan dapat menyebabkan stres oksidatif sistemik (Donaldson dan MacNee 2001) (Gambar 1). Efek langsung dari kegiatan oksidatif partikel pembakaran yang diturunkan atau dengan konstituen logam transisi (misalnya, besi, tembaga, kromium, dan vanadium) (Adamson et al 2000;.. Samet et al 2000) dapat mempengaruhi embrio dalam fase yang paling awal pertumbuhan (Mohorovic 2004). Sebagai tambahan,

Alamat korespondensi S. Kannan, Departemen Ilmu Kesehatan Lingkungan, Program Gizi Manusia, University of Michigan, Room 6338, SPH-I (Tower), Fakultas Kesehatan Masyarakat, Ann Arbor, MI 48109-2029 USA. Telepon: (734) 936-1629. Fax: (734) 763-8095. E-mail: kannans@umich.edu Para penulis menyatakan mereka tidak memiliki kepentingan bersaing keuangan. Menerima 9 Februari 2006; diterima 16 Agustus 2006.

Eksposur ke Airborne Particulate Matter dan Merugikan Perinatal Hasil: Sebuah biologi yang masuk akal mekanistik Kerangka Menjelajahi Potensi Efek Modifikasi oleh Gizi Srimathi Kannan, 1 Dawn P Misra, 2 J. Timothy Dvonch, 3 dan Ambika Krishnakumar 4 1Jurusan Ilmu Kesehatan Lingkungan, Program Gizi Manusia, 2Department Perilaku Kesehatan dan Pendidikan Kesehatan, dan 3Department Ilmu Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Michigan, Ann Arbor, Michigan, USA; 4Department Studi Keluarga Anak dan, Syracuse University, College of Studies Manusia dan Profesi Kesehatan, Syracuse, New York, Amerika Serikat

TUJUAN: Tujuan c spesifik adalah tiga: untuk menggambarkan jalur mekanistik biologis masuk akal dimana paparan partikulat (PM) dapat menyebabkan hasil yang merugikan perinatal berat lahir rendah (BBLR), retardasi pertumbuhan intrauterin (IUGR), dan kelahiran prematur (PTD); meninjau bukti yang menunjukkan bahwa nutrisi mempengaruhi jalur biologis; dan menjelaskan mekanisme yang gizi dapat memodifikasi dampak PM paparan pada hasil perinatal. METODE: Kami

mengusulkan kerangka kerja konseptual interdisipliner yang menyatukan gizi ibu dan bayi, penilaian paparan polusi udara, dan cardiopulmonary dan epidemiologi perinatal. Lima mungkin meskipun tidak eksklusif mekanisme biologis telah diajukan di negara berkembang ilmu lingkungan sastra dan memberikan akibat wajar untuk kerangka yang diusulkan. **KESIMPULAN:** Melindungi kesehatan lingkungan ibu dan bayi tetap menjadi prioritas global atas. Literatur yang ada menunjukkan bahwa efek dari PM pada BBLR, PTD, dan IUGR dapat bermanifestasi melalui mekanisme kardiovaskular stres oksidatif, inflamasi, koagulasi, fungsi endotel, dan tanggapan hemodinamik. PM studi paparan terkait jalur mekanistik dengan hasil perinatal harus mempertimbangkan kemungkinan bahwa respon biologis dan hasil kelahiran yang merugikan mungkin berasal dari kedua PM dan sumber-PM non (misalnya, gizi). Pada bagian penutup, kami menyajikan strategi untuk secara empiris menguji model yang diusulkan dan mengembangkan upaya penelitian di masa depan. **KATA KUNCI:** polusi udara, biomarker, hasil kelahiran, penyakit jantung, nutrisi, partikulat. *Lingkungan Kesehatan* perspekt 114: 1636-1642 (2006). doi: 10,1289 / ehp.9081 tersedia melalui <http://dx.doi.org/> [online 17 Agustus 2006] stres oksidatif yang dihasilkan dari paparan PM mungkin timbul dari senyawa organik dan dari aktivasi sel inflamasi mampu menghasilkan spesies oksigen reaktif (ROS) dan spesies nitrogen reaktif (RNS) (Risom et al. 2005). F2 α (8-iso-PGF2 α) isoprostan adalah salah satu biomarker yang paling menjanjikan untuk menilai cedera oksidatif (Morrow et al. 1990) dan telah dipelajari paling luas untuk PM eksposur. Kerusakan DNA yang disebabkan oleh stres oksidatif tampaknya menjadi mekanisme penting dari tindakan pencemaran udara partikulat perkotaan (Risom et al 2005;. Sorensen et al 2003.). Seperti berteori oleh Hartwig et al. (2002), logam seperti nikel di PM dapat menghambat enzim perbaikan DNA. Kami berhipotesis bahwa eksposur transplasenta untuk transisi logam yang terkandung dalam PM dapat mengakibatkan stres oksidatif yang dapat menyebabkan kerusakan DNA, mengganggu transkripsi DNA yang pada gilirannya dapat meningkatkan jumlah adduct DNA plasenta. Hipotesis ini sebagian didukung oleh pengamatan dari studi Republik Teplice yang menemukan bahwa darah ibu dan aduk DNA plasenta lebih sering terjadi pada daerah dengan tingkat yang lebih tinggi dari polusi udara (Topinka et al. 1997). Salah satu mekanisme mendalilkan untuk menengahi efek adalah bahwa PM menyerap dan mengangkut hidrokarbon polisiklik aromatik (PAH), paparan

yang dapat menyebabkan peningkatan adduct DNA (Perera et al. 1998, 1999), sehingga mengakibatkan BBLR (Perera et al. 1998, 1999) dan IUGR (Dejmek et al. 1999, 2000). Para peneliti menunjukkan bahwa kerusakan DNA diukur dengan teroksidasi basa DNA purin dan pirimidin dan protein dan peroksidasi lipid ditunjukkan oleh malondialdehid plasma mungkin lebih sensitif dibandingkan adduct DNA besar sebagai penanda paparan PM (Risom dkk. 2005). PAH di PM dapat menginduksi biotransformasi oleh sitokrom P450, hidrolase epoxide, dan dehidrogenase dihydrodiol (Burczynski et al. 1999) selain tindakan langsung dari racun pembakaran batubara pada antioksidan / enzim (misalnya, superoksida dismutase, katalase) yang dapat mempengaruhi embrio di fase awal pertumbuhan (Mohorovic 2004). Atau, PM juga dapat mengikat reseptor untuk faktor pertumbuhan plasenta, yang mengakibatkan penurunan pertukaran fetal- plasenta oksigen dan nutrisi (Dejmek et al. 2000). Pasokan nutrisi dan oksigen selama kehamilan merupakan faktor kunci yang mengatur pertumbuhan janin (Harding dan Johnston 1995).

b. Paru dan plasenta peradangan.

PM paparan terkait dengan sistemik peradangan (Brook et al 2003; Panagiotakos et al 2004; Peters et al, 2001; Paus et al 2004b; Seaton et al 1999.) (Gambar 1). Kami berhipotesis bahwa menghirup partikel selama kehamilan dapat menyebabkan plasenta akut (Bobak 2000) dan peradangan paru. Berbeda dengan PM efek komposisi-diinduksi stres oksidatif yang telah dipelajari secara ekstensif, spesifik komponen c di partikel yang menimbulkan peradangan kurang diselidiki secara menyeluruh, meskipun poin penelitian terbaru terhadap kontribusi elemen komposisi (Saldiva et al. 2002) dan bioavailable logam transisi cedera cardiopulmonary pada model hewan yang sehat dan dikompromikan (Costa dan Dreher 1997). Berdasarkan metodologi kultur sel, up-regulasi pro-in mediator inflamasi dalam menanggapi transisi logam kromium, aluminium, silikon, titanium, besi, dan tembaga dalam PM ditemukan untuk berkontribusi paru peradangan (Risom dkk. 2005).

Biomarker yang paling banyak dipelajari dari peradangan yang protein C-reaktif yang tinggi-sensitif, teroksidasi low-density lipoprotein, proinflamasi sitokin inflamasi interleukin (IL) -1, IL-6, dan tumor necrosis factor- α , serum amyloid A (Pearson et al. 2003), yang akut fase penanda fibrinogen, neutrofil menghitung dan jumlah

trombosit darah, sel darah merah dan sel darah putih (Seaton et al. 1999), dan albumin (Liao et al. 2005). Dengan metode kultur sel, PM paparan yang disebabkan jejak penanda unsur dalam menanggapi peradangan dilambangkan dengan pelepasan sitokin dan kemokin yang baru-baru ini diidentifikasi oleh Becker et al. (2005), yang menunjukkan bahwa PM besi konstituen dan silikon berkorelasi dengan merilis IL-6, sedangkan kromium berkorelasi dengan IL-8. Peradangan dapat dikaitkan dengan memadai perfusi plasenta (Knottnerus et al. 1990), yang dapat memediasi respon inflamasi plasenta dan gejala sisa biologis, menghasilkan gangguan pertukaran nutrisi transplasental (Bobak 2000) (Gambar 1). Kami berhipotesis bahwa tidak memadai perfusi plasenta dapat menyebabkan hambatan pertumbuhan dalam rahim karena gangguan dengan beberapa proses atau proses seperti yang mempengaruhi gizi janin, mengurangi oksigenasi darah ibu, atau keduanya. Misalnya, penurunan cepat dalam pengiriman plasenta asam lemak esensial asam arakidonat dan asam docosahexanoic diharapkan (Crawford 2000). Independen dari kaskade kejadian ditandai di atas, mekanisme biologis yang memicu hasil perinatal yang merugikan mungkin termasuk infeksi ibu, terutama selama trimester terakhir kehamilan, dan dapat memulai kontraksi prematur dan / atau pecah ketuban (Wilhelm dan Ritz 2005). Meskipun polusi udara tidak secara langsung menyebabkan infeksi maternal, paparan polutan tertentu *in vivo* dapat meningkatkan alergi peradangan (Nel et al. 1998) dan meningkatkan risiko ibu untuk hasil kelahiran yang merugikan.

c. Koagulasi.

Perubahan sistemik dalam faktor rheologic, termasuk koagulabilitas darah dan viskositas darah keseluruhan sebagai akibat dari paparan PM, mewakili mekanisme potensial lainnya toksisitas PM (Pekkanen et al 2000;. Peters et al 1997;. Prescott et al 2000;. Seaton et al . 1999). Menanggapi PM eksposur, peningkatan salah satu protein dari kaskade pembekuan menyajikan kemungkinan untuk koagulasi (Donaldson dan MacNee 2001; Pekkanen et al, 2000.). Berdasarkan studi cross-sectional yang dilakukan di London, Pekkanen dkk. (2000) menemukan hasil yang ambivalen untuk hubungan antara PM₁₀ (PM <10 m dengan diameter aerodinamis) dan plasma *in vivo* fibrinogen-asosiasi ini adalah *in vivo* signifikan tidak bisa hanya untuk musim hangat. Biomarker terukur lainnya termasuk faktor VII-IX, *in vivo* fibrin D-dimer, dan von Willebrand factor (Jansson et al. 1991). Eksposur PM juga dapat menyebabkan perubahan hemoglobin, trombosit, dan sel darah putih (Riediker et al. 2004), yang

berpotensi memberikan kontribusi pada hubungan antara PM dan pertumbuhan janin yang merugikan.

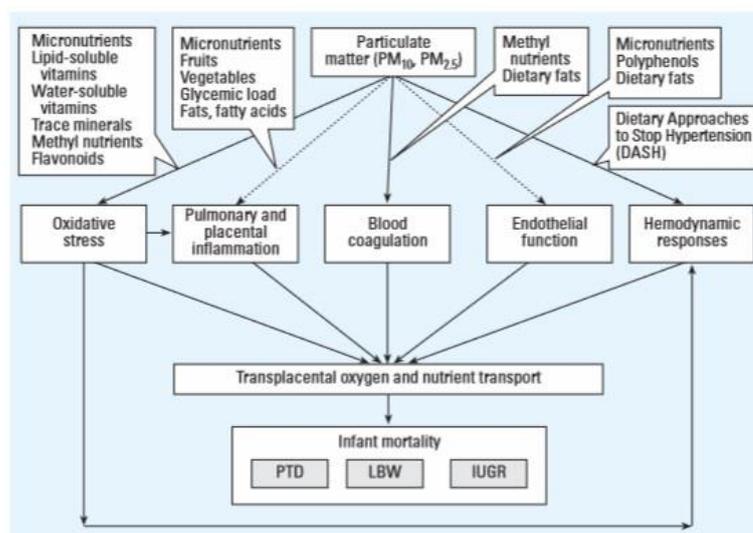
d. Fungsi endotel.

Paparan PM dapat memengaruhi fungsi endotel dan dapat dianggap sebagai jalur intervensi dampak berikutnya pada pertumbuhan janin (Gambar 1). Meskipun jalur ini telah dipelajari secara ekstensif, dampak PM pada fungsi vaskular telah menjadi subyek dari penyelidikan baru-baru ini (Brook et al. 2003). Menghirup asap tembakau lingkungan (ETS) [mirip dalam karakteristik untuk PM_{2.5} (PM <2,5 m dengan diameter aerodinamis)] menyebabkan vasokonstriksi cepat (Ambrose dan Barua 2004), meningkatkan kadar endothelin plasma (Goerre et al. 1995), dan pemicu disfungsi endotel (Otsuka et al. 2001). Meskipun komponen fi c kimia tertentu dari ETS bertanggung jawab atas efek yang diamati dari vasokonstriksi belum ditandai memadai, kemungkinan bahwa PM di ETS terutama bertanggung jawab, seperti yang dirangkum oleh Brook dkk. (2004). Sebuah studi baru-baru ini hewani (Dvonch et al. 2004) menemukan bahwa paparan PM_{2.5} peningkatan konsentrasi plasma asimetris dimetil arginin yang berhubungan dengan gangguan fungsi pembuluh darah dan meningkatkan risiko kejadian kardiovaskular (Valkonen dkk. 2001). Beredar konsentrasi molekul adhesi yang larut E-selektin, intraseluler molekul adhesi (sICAM-1), dan pembuluh darah molekul adhesi selular (VCAM-1) yang diekspresikan ketika endothelium encountersin peradangan rangsangan (Hwang et al. 1997). Menghirup tingkat perkotaan tinggi partikel ambien terkonsentrasi dan ozon selama 2 jam disebabkan vasokonstriksi arteri saluran pada orang dewasa yang sehat (Brook et al. 2002). Seperti dirangkum oleh Brook et al. (2004), adalah mungkin bahwa peradangan sistemik akut dan stres oksidatif berikut PM paparan (Sorensen et al. 2003) bertanggung jawab untuk memicu disfungsi endotel yang menyebabkan vasokonstriksi (Bonetti et al. 2003). Disfungsi endotel juga dapat menjadi sekunder untuk faktor lain penyakit kardiovaskular (CVD) risiko (misalnya, sindrom metabolik) (Roberts et al. 2003). Reaksi patofisiologi dalam menanggapi PM eksposur dapat mengakibatkan gangguan pertumbuhan janin.

e. Tanggapan hemodinamik.

Tindakan biologis yang menilai perubahan hemodinamik dalam menanggapi PM paparan telah biasanya termasuk tekanan darah sistolik (SBP) dan tekanan darah diastolik (DBP). Studi Panel dilakukan orang dewasa dengan yang sudah ada

sebelumnya CVD menemukan peningkatan SBP terkait dengan eksposur partikulat tinggi (Ibald-Mulli et al, 2001; Linn et al 1999; Zanobetti et al 2004.) (Gambar 1). Sebaliknya, berdasarkan paparan populasi, meningkat dari rata-rata 5 hari dari partikel ne ultra-fi dikaitkan dengan penurunan kecil dalam SBP dan DBP (Ibald-Mulli et al. 2004). Mekanisme biologis khusus untuk mengamati PM terkait efek pada tekanan darah (BP) telah disarankan untuk menyertakan peningkatan tonus simpatis dan / atau modulasi tonus pembuluh darah sistemik basal (Ibald-Mulli et al. 2001). Mekanisme lain yang potensial dimana komponen polutan dapat meningkatkan BP adalah penghambatan superoksida-dimediasi tindakan nitrous oxide dalam mendorong vasodilatasi (Del fi ada dkk. 2005). Jika PM paparan ini juga terkait dengan BP peningkatan pada wanita hamil, hal ini dapat meningkatkan risiko hasil perinatal yang merugikan sebagai akibat dari yang sudah ada sebelumnya hipertensi atau hipertensi akibat kehamilan. Peningkatan BP ke tingkat yang didefinisikan sebagai pregnancyinduced hipertensi telah dikaitkan dengan IUGR (Misra 1996) dan PTD (Misra 1996). Sangat terganggu pertumbuhan janin didahului oleh maladaptation hemodinamik ibu (Duvekot dkk. 1995). Perubahan ini mungkin memaksa janin untuk beradaptasi, down-mengatur pertumbuhan, dan memprioritaskan pengembangan jaringan penting (Jatuh et al. 2003). Hipertensi juga dapat menjadi sekunder untuk stres oksidatif dan peradangan pembuluh darah (Virdis dan Schiffrin 2003) atau faktor risiko lain, untuk rendah berat badan ibu, misalnya (Ehrenberg et al. 2003), sehingga meningkatkan kerentanan terhadap hasil kelahiran yang merugikan.



Gambar 3.1. Mekanisme Biologi Keluaran Kehamilan akibat keterpaparan polusi udara

D. Pertumbuhan Janin

Pertumbuhan janin merupakan hasil dari interaksi antara potensi genetik dan lingkungan intrauterine. Seperti diketahui bahwa kesehatan dan status gizi, juga umur ibu mempengaruhi pertumbuhan janin. Ibu-ibu yang hamil dalam kondisi sehat dan tidak menderita sakit atau kekurangan gizi pada masa kecilnya akan mempunyai bayi yang sehat (Ebrahim, 1990).

Lama kehamilan dibagi dalam tiga periode atau trisemester. Dalam trisemester pertama, salah satu kejadian penting adalah multiplikasi satu sel (ovum yang telah difertilisasi menjadi ribuan sel baru. Mula-mula pembelahan sel akan menghasilkan sel yang berbeda. Tiap-tiap kelompok sel mempunyai kecepatan pembelahan sel yang berbeda pula, berdiferensiasi, dan pada akhirnya membentuk berbagai macam jaringan embrio yang sedang bertumbuh. Dengan demikian, pertumbuhan, peningkatan dalam jumlah sel, dan perkembangan diferensiasi sel, terjadi hampir serempak dengan konsepsi. Setelah jaringan embrio pertama terbentuk, trisemester pertama ini diisi dengan organogenesis, yaitu pembentukan organ-organ dan sistem fisiologis tubuh. Pada minggu kedelapan embrio ini telah berbentuk manusia (Papalia, 2003).

Metabolisme yang paling efektif terjadi dalam trisemester pertama kehidupan janin. Multiplikasi jutaan sel dari ovum yang telah difertilisasi dan diferensiasi menjadikan sel-sel tersebut beratus-ratus bagian tubuh. Periode dini kehidupan ini sangat rentan terhadap terjadinya pertumbuhan yang patologis yang disebabkan oleh faktor genetik ataupun faktor lingkungan yang buruk yang mengganggu pertumbuhan normal (misalnya obat-obatan, penyakit-penyakit malnutrisi, dan trauma psikis yang dialami oleh ibu) (Bogin, 1999).

Pada awal trisemester kedua kehamilan, diferensiasi sel menjadi jaringan-jaringan dan organ-organ yang sudah sempurna dan embrio kini telah menjadi janin. Lebih kurang 12 minggu berikutnya, pertumbuhan janin umumnya ditekankan pada pertumbuhan panjang. Pada trisemeseter pertama, 18 hari sejak konsepsi, pertumbuhan embrio dalam panjang lambat mencapai sekitar 1,0 hingga 1,5mm dan pada 8 minggu sesudah konsepsi mencapai sekitar 30mm (dalam ukuran *crown-rump length*). Pada bulan ke-4 *crown rump length* ini mencapai 205mm, pada bulan kelima 254mm, dan pada bulan ke-6 antara 356 dan 381mm yaitu kira-kira 70% rata-rata panjang badan lahir. Puncak kecepatan pertumbuhan

dalam panjang badan dicapai pada sekitar minggu ke-20. Dalam periode yang sama peningkatan dalam berat berkurang kecepatannya. Pada minggu kedelapan berat embrio 2,0 sehingga 2,7 gram dan pada 6 bulan berat janin hanya 700 gram, yaitu 20% dari rata-rata berat lahir. Pada trisemester akhir kehamilan, pertumbuhan dalam berat menjadi lebih cepat. Puncak pertumbuhan dalam berat badan dicapai pada umur 33 minggu kehamilan sebagai konsekuensi dari *timing deposit* lemak. Pada kurang lebih umur kehamilan 26 minggu jumlah lemak hanya 1% dari total komposisi tubuh (10gram). Sesudah itu, akumulasi lemak terus berlangsung sehingga mencapai 12% berat tubuh total atau 360 gram pada umur 38 minggu (Faranoff, 2006). Oleh karena itu, apabila puncak pertumbuhan dalam panjang dicapai pada trisemester kedua, pertumbuhan dalam berat mencapai puncaknya pada trisemester ketiga.

Perbedaan pola pertumbuhan yang akan terjadi tergantung pada periode bayi terkena hal-hal yang berdampak negatif terhadap pertumbuhan itu (Faranoff, 2006). Bayi yang tidak menerima cukup nutrisi mulai trisemester pertama hingga akhir kehamilan termasuk ke dalam kelompok yang mengalami retardasi pertumbuhan intra-uterine (IUGR) yang kronis atau disebut juga IUGR simetrik, dengan panjang badan sebanding dengan berat badan. Sebaliknya bayi yang terkena hal yang berefek negatif pada umur sebelum fetus mencapai puncak beratnya, tetapi telah mencapai puncak panjang badannya termasuk kedalam bayi yang mengalami retardasi pertumbuhan dalam uterus (IUGR) yang asimetrik. Apabila efek negatif ini menimpa bayi pada 3 minggu terakhir kandungan, dengan panjang badan dan berat tubuh hampir sempurna termasuk ke dalam bayi IUGR akut. Pada golongan ini apabila suplai makanan tidak adekuat, fetus akan menggunakan cadangan lemaknya dan menyebabkan penurunan berat badan. Selama trisemester akhir ini terjadi perkembangan dan maturasi beberapa sistem fisiologis, misalnya sistem sirkulasi, pernapasan, dan pencernaan untuk mempersiapkan janin memasuki masa transisi kehidupan di luar uterus. Pada hampir akhir bulan pertama, kehidupan janin dalam uterus dan jaringan pengikat embrio tempat akan terbentuknya tulang, mulai memperlihatkan tanda-tanda berdeferensiasi dan selama bulan kedua kehidupan janin, tulang mulai dibentuk. Kerangka tubuh manusia berkontribusi sebesar 14% terhadap berat badan seorang dewasa dan bersama dengan diskus intervertebralis (*fibrocartilogenous*) kerangka

tubuh ini berkontribusi sebesar 97-98% dari tinggi badan total. Sisanya 2-3% disebabkan oleh tebal kulit kepala dan bantalan tumit (*fibro fatty pad*) bersama-sama dengan tebal *cartilago articular* pada batas bawah dan pada sendi *atlanto-occipitalis* (Fanaroff, 2006).

Umur dalam periode prenatal ini umumnya dihitung secara tradisional karena belum ada jalan lain. Umur cenderung dihitung mulai dari hari pertama periode menstruasi terakhir yang terjadi kurang lebih 2 minggu sebelum fertilisasi. Oleh karena itu, umur saat lahir umumnya 280 hari atau 40 minggu yang dihitung sebagai umur *postmenstrual* yang sebenarnya mencerminkan hanya 38 minggu umur fetus yang sesungguhnya. Menurut Tanner (1978), umur kehamilan mulai dari 259 hari (37 minggu penuh) hingga 293 hari (42 minggu) internasional dianggap normal. Bayi yang lahir dalam batas umur kandungan di atas disebut bayi genap bulan. Bayi yang lahir sebelum 37 minggu umur kehamilan disebut bayi prematur dan sesudah 42 minggu disebut dengan bayi *post term*.

BAB III

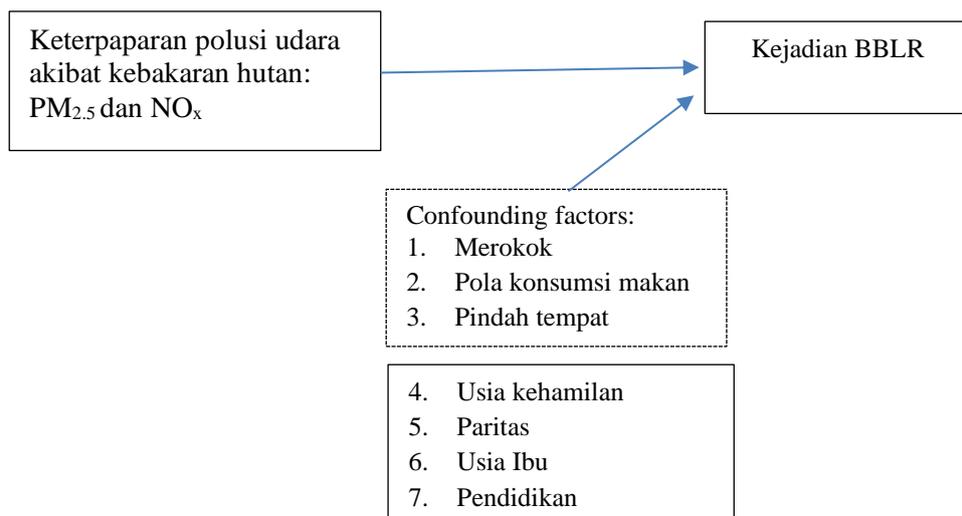
KERANGKA KONSEP, DEFINISI OPERASIONAL DAN HIPOTESIS

A. Kerangka Konsep

Konsep pada penelitian ini yaitu untuk memprediksi berbagai hal baru di luar factor risiko LBW yang sudah pernah ditemukan. Kemudian akan diobservasi keberadaan hubungan dan menilai kekuatan interaksi antar variable independen dan dependennya. Variabel independen yaitu pajanan lingkungan, social demografi, gaya hidup, dan frekuensi makanan selama kehamilan sedangkan variable dependennya yaitu LBW dan kerusakan DNA.

Polusi udara akibat kebakaran hutan kaya akan partikulat yang berukuran *2,5 ultrafine particle* (UFP) dengan kandungan B[a]P. Saat B[a]P masuk ke dalam tubuh, serangkaian gen yang terlibat dalam biotransformasi pada tahap proses aktivasi oleh gen CYP1A1 merubah B[a]P menjadi zat yang sangat toksik yaitu epoksida, proses ini melepaskan electron bebas bersifat radikal (ROS). Proses alami ini merupakan wujud dari hubungan interaksi antara factor genetic dan lingkungan. Sumber lain B[a]P berasal dari gaya hidup, yaitu kebiasaan merokok, pola konsumsi makanan tertentu pada masa kehamilan.

Untuk lebih memperjelas hubungan antar konsep pada penelitian ini ditunjukkan pada kerangka konsep di bawah ini:



B. Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
Variabel Dependen						
1	Kejadian BBLR	Berat badan bayi saat lahir <2500 gram yang diukur paling tidak 1 jam setelah dilahirkan.	Melihat data register dan rekam medis	Form Isian	1 = BBLR 0 = Normal	Ordinal
Variabel Independen						
2	Keterpaparan polusi udara	Terpapannya seseorang terhadap udara yang terpolusi akibat kebakaran hutan.	Mengambil data rutin mingguan dari Laboratorium BLH	Form Isian	Dalam $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Rasio
3	Usia kehamilan	Lamanya Ibu hamil saat terpapar polusi udara yang dihitung dari selisih antara usia kehamilan saat ibu melahirkan dengan waktu kejadian kebakaran hutan.	Melihat data register dan rekam medis	Form Isian	Dalam minggu	Rasio
4	Paritas	Jumlah anak yang pernah dilahirkan ibu	Melihat data register dan rekam medis	Form Isian	1 = primipara 2 = grandepara 3 = multipara	Rasio
5	Usia Ibu	Lamanya Ibu hidup dihitung dari saat lahir sampai dengan ulang tahunnya yang terakhir.	Melihat data register dan rekam medis	Form Isian	Dalam tahun	Rasio
6	Pendidikan	Jenjang pendidikan formal terakhir yang telah dilalui	Melihat data register dan rekam medis	Form Isian	1 = SD 2 = SMP 3 = SMA 4 = PT	Ordinal

C. Hipotesis

Ada hubungan antara terpaparnya Ibu hamil terhadap polusi udara dari kebakaran hutan dengan kejadian BBLR

BAB IV

METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain kasus control dimana akan diambil kasus dan kemudian dibandingkan dengan kontrolnya.

B. Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di 3 Rumah Sakit Umum dan 1 RSIA di Kota Palangka Raya. Waktu yang digunakan untuk penelitian ini adalah mulai Bulan 1 Agustus – 17 Desember 2015.

C. Populasi dan Sampel

Populasi pada penelitian ini adalah bayi baru lahir yang dilahirkan di fasilitas kesehatan di 3 RSUD dan 1 RSIA di Kota Palangka Raya yang lahir pada periode 1 Januari - 31 Desember 2014.

Sampel pada penelitian ini dibagi menjadi sampel kasus dan control. Sementara itu, responden pada penelitian ini adalah ibu hamil. Sampel kasus adalah bayi yang terlahir dengan berat < 2500 gram sedangkan sampel control adalah bayi yang terlahir dengan berat badan normal (≥ 2500 gram).

Kriteria inklusi responden pada penelitian ini yaitu Ibu yang tinggal di Kota Palangka Raya selama kehamilan, melahirkan tunggal, data registrasi sebagai pasien lengkap.

D. Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini akan dianalisis dengan regresi logistic ganda yang akan menampilkan odds ratios (ORs) dan 95% CI untuk melihat hubungan antara terpaparnya polusi udara dengan kejadian BBLR.

Analisis data juga akan menghitung attributable risk of BBLR (%) jika keterpaparan terhadap $PM_{2.5}$ dapat dikurangi sampai dengan $10\mu g/m^3$ (berdasarkan pedoman kualitas udara dari WHO). Dan akan dihitung jumlah kasus BBLR jika keterpaparan terhadap $PM_{2.5}$ dapat dikurangi sampai dengan $10\mu g/m^3$ (berdasarkan pedoman kualitas udara dari WHO) dengan menggunakan rumus $NA_m = n_m \times (RR_{m-10} - 1)/RR_{m-10}$. RR_{m-10} adalah BBLR adjusted relative risk (RR) dibandingkan dengan Ibu yang terpapar $PM_{2.5}$ pada konsentrasi m dan Ibu yang terpapar $10\mu g/m^3$; n_m jumlah kasus BBLR yang terpapar pada konsentrasi m .

BAB V
PERTIMBANGAN ETIK PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan izin dari BAPPEDA Kota Palangka Raya dan persetujuan dari semua pihak baik formal maupun informal dengan terlebih dahulu melakukan perjanjian.

BAB VI

HASIL

A. Gambaran Umum Provinsi Kalimantan Tengah

Provinsi Kalimantan Tengah, dengan ibukota Palangka Raya terletak antara 0°45' Lintang Utara, 3°30' Lintang Selatan dan 111°-116° Bujur Timur. Provinsi Kalimantan Tengah merupakan provinsi terluas ke DUA di Indonesia setelah Provinsi Papua dengan luas wilayah mencapai 153.564 Km². Berdasarkan hasil penelitian terpadu yg telah melalui uji konsistensi Kementerian Kehutanan, Kalimantan Tengah terdiri dari:

- a. Kawasan Hutan : 12.675.364 Ha atau 82,16%
- b. Kawasan Non Kehutanan : 2.751.416 Ha atau 17,84%.

Provinsi Kalimantan Tengah memiliki 11 (sebelas) sungai besar dan tidak kurang dari 33 (tiga puluh tiga) sungai kecil/anak sungai, keberadaannya menjadi salah satu ciri khas Provinsi Kalimantan Tengah. Adapun Sungai Barito dengan panjang mencapai 900 km memiliki kedalaman mencapai 8 m, merupakan sungai terpanjang di Kalimantan Tengah sehingga dapat dilayari hingga 700 km.

Batas Kalteng di utara sabuk pegunungan Muller Schwanner paling tidak 52 bukit dari ketinggian 343 meter Bukit Ancah sampai 2278 meter Bukit Raya. Bukit Batu Tatau 1652 meter paling ujung perbatasan Kalteng - Kaltim. Titik tertinggi wilayah Kalimantan Tengah terdapat di Gunung Batu Sambang dengan ketinggian hingga 1660 Meter dpl.

Sebagai daerah yang beriklim tropis, wilayah Provinsi Kalimantan Tengah rata-rata mendapat sinaran matahari sekitar 56,18% per tahun. Dimana kondisi udara relatif cukup panas yaitu pada siang hari hari mencapai 33°C dan malam hari 23°C. Sementara rata-rata intensitas curah hujan per tahun relatif tinggi yaitu mencapai 331,68 mm.

Batas Wilayah Provinsi Kalimantan Tengah adalah:

- a) Sebelah Utara berbatasan dengan Provinsi Kalimantan Barat dan Kalimantan Timur.
- b) Sebelah Selatan berbatasan dengan Laut Jawa. Sebelah Timur berbatasan dengan Provinsi Kalimantan Timur dan Kalimantan Selatan.
- c) Sebelah Barat berbatasan dengan Provinsi Kalimantan Barat.

Berlakunya Undang-Undang Nomor 22 Tahun 1999 tentang Pemerintahan Daerah, memberikan kewenangan kepada pemerintah kabupaten/kota di Kalimantan Tengah mengemban tugas dalam rangka tata kelola urusan pemerintahan yang bersifat otonom maupun dalam pengelolaan tata kelola bidang pembangunan. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 5 Tahun 2002, Kalimantan Tengah yang semula terdiri atas 5 kabupaten dan 1 kota, kemudian dimekarkan menjadi beberapa Kabupaten, sehingga Kabupaten bertambah menjadi 13 kabupaten dan 1 kota. Sehingga Provinsi Kalimantan Tengah memiliki 136 kecamatan, 138 kelurahan serta 1.421 desa. Adapun ke-13 Kabupaten dan 1 Kota hasil pemekaran dari Kabupaten induk.

B. Kualitas Data

Data dikumpulkan melalui metode penelusuran data sekunder yang bersumber dari BATAN, BMKG Provinsi Kalimantan Tengah, RSUD Doris Sylvanus Palangka Raya. Data yang diambil dari tahun 2013-2015. Namun karena ketidakrapian data yang ada banyak data di tahun 2013 dan 2015 tidak terekap dengan baik sehingga data yang dapat digunakan yaitu data tahun 2014. Ketiadaan data juga disebabkan oleh tidak bekerjanya alat pengukur polusi udara.

C. Kadar PM 10 di Udara Ambien

Data kadar PM 10 di udara ambien yang berhasil di dapat ditunjukkan dalam table 6.1. (lampiran 6.1.) adalah data hasil pengukuran pada awal Januari 2014 hingga akhir 2014 di Kota Palangka Raya sebanyak 30 data dengan nilai rata-rata $190,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sedangkan baku mutu udara ambien nasional untuk parameter PM10 dalam 24 jam adalah $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan TSP satu tahun $90\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Lampiran PP RI no. 41 Tahun 1999).

Sebagai pembanding dapat dilihat pada table 6.2. (Lampiran 6.2.) yang menunjukkan rata-rata bulanan kadar suspenden matter di Palangka Raya dalam tahun 2014. Kadar PM 10 pada keadaan normal (tidak ada kejadian kebakaran hutan dan lahan) di udara ambien nasional menurut lampiran PP RI no. 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara adalah sekitar 65% dari kadar TSP. Sehingga dalam periode yang sa,a (September-November) dan tanpa kebakaran hutan dan lahan, kadar rata-rata PM10 di Palangka Raya $78,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pada tahun 2014.

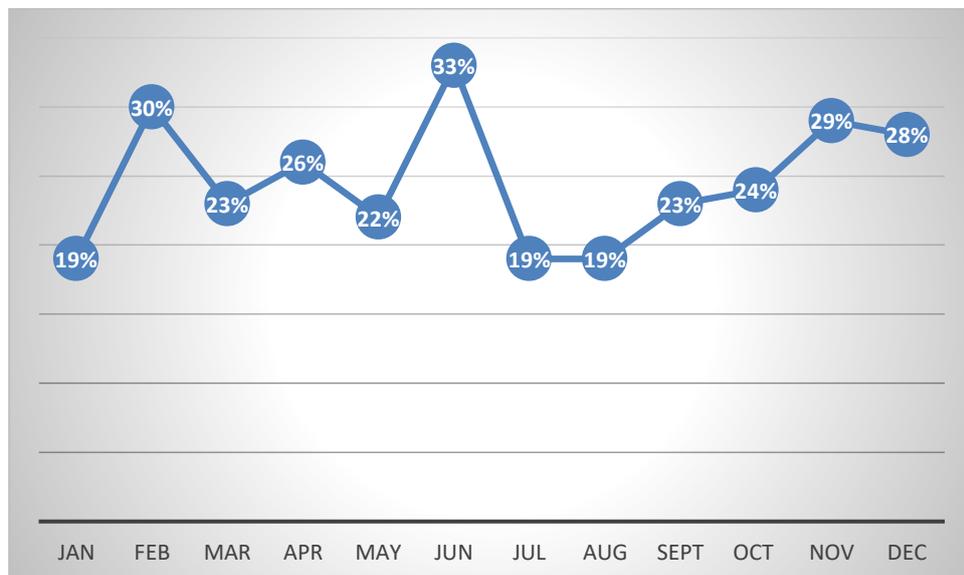
D. Populasi yang terpengaruh

Jumlah orang yang terpengaruh kabut asap di Palangka Raya ditunjukkan dalam table 6.3. (Lampiran 6.3.). *Haze Index* menggambarkan banyaknya populasi yang bereisiko. Diasumsikan ketebalan asap yang membahayakan bagi kesehatan adalah pada tingkat II jumlah populasinya 530.477 orang.

E. Kejadian Kasus BBLR

Tabel 6.4. menunjukan hasil estimasi peningkatan kasus BBLR akibat asap di Palangka Raya berdasarkan data kejadian BBLR yang didapatkan dari ruang perinatal RSUD dr. Doris Sylvanus Palangka Raya. Hasil estimasi peningkatan kasus BBLR terbanyak di Palangka Raya 3.542 kasus).

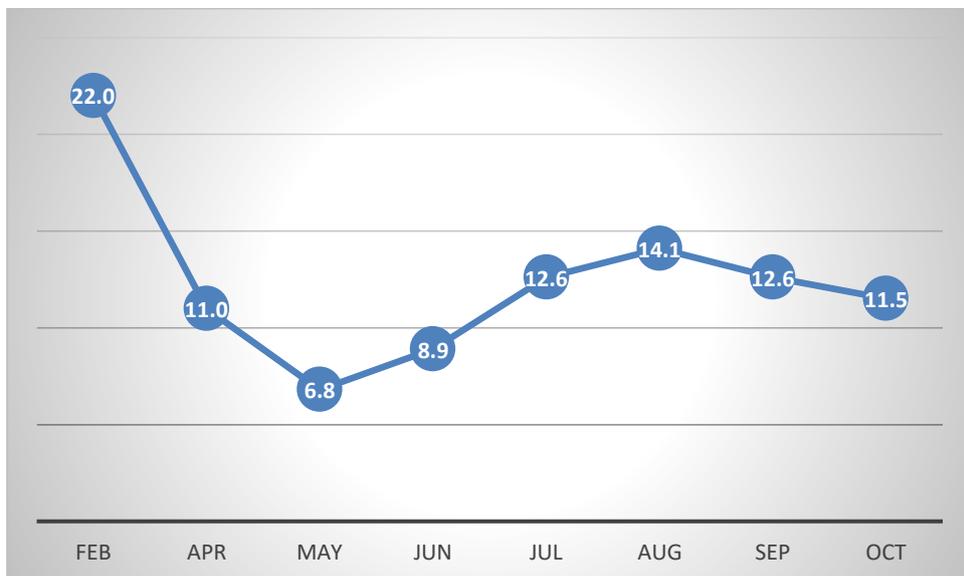
Tabel 6.4.
Kejadian Kasus BBLR per Bulan selama tahun 2014



Tabel 6.4.
Kejadian Kasus BBLR per Bulan selama tahun 2013



Tabel 6.4.
Kejadian Kasus BBLR per Bulan selama tahun 2015



F. Estimasi DALY

Estimasi DALY adalah estimasi kerugian waktu produktif karena tidak dapat bekerja yang dalam penelitian ini merupakan jumlah kerugian ekonomi karena kematian sebelum mencapai rata-rata harapan hidup, ditambah kerugian hilangnya hari

kerja dan kerugian karena keterbatasan aktivitas harian. Hasil estimasi DALY diperoleh angka Rp74.115.305.100,- dengan asumsi Palangka Raya terpajan PM 10 dengan kadar rata-rata $191 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kerugian DALY menjadi Rp21.461.101.890,-

BAB VII PEMBAHASAN

Dalam studi ekologi ini, lahir mati tidak secara signifikan berhubungan dengan polusi udara dan hanya sedikit secara signifikan berarti penghematan dan kelahiran di luar nikah. Prevalensi berat badan lahir rendah, di sisi lain, positif terkait dengan SO₂, dan sangat terkait dengan karakteristik sosial-ekonomi dari kabupaten. Penelitian ini meliputi tahun 1986-8 ketika Palangka Raya memiliki beberapa tingkat tertinggi polusi udara di Europe.¹³ Dua pertiga dari kabupaten yang dipantau tercatat peduli concentrationsofsuspendedparticulate rata-rata tahunan di atas Organisasi Kesehatan Dunia

Tabel 2 Odds rasio untuk berat badan lahir rendah (<2500 g) / 50 ug / m³ peningkatan di polusi udara dan perubahan dari 25 ke persentil ke-75 variabel sosial ekonomi Mentah.

Disesuaikan dengan faktor sosial ekonomi Fully disesuaikan
 Ditanggihkan partikulat 1,06 (0,97-1,17) 1,04 (0,96-1,12) 1,03 (0,95-1,11) Sulfur dioksida 1,21 (1,13-1,30) *** 1,10 (1,02-1,17) ** 1,10 (1,01-1,20) * Nitrogen oksida 1,14 (1,04-1,24) ** 1,07 (0,98-1,16) 0,99 (0,89-1,10) Kelahiran di luar nikah (%) 1,17 (1,14-1,21) *** 1,09 (1,03-1,16) ** 1,08 (1,01-1,14) * Aborsi / 100 kelahiran 1,01 (0,96-1,06) 0,98 (0,94-1,03) 0,98 (0,94-1,02) Talak / 100 pernikahan 1,08 (1,03-1,13) ** 1,04 (0,97-1,11) 1,02 (0,95-1,09) Berarti pendapatan (Republik Crowns) 1,03 (0,98-1,07) 0,99 (0,96-1,03) 0,99 (0,95-1,03) Berarti penghematan (Republik Crowns) 0,84 (0,80-0,88) 0,85 (0,79-0,91) *** 0,85 (0,79-0,92) *** Orang / mobil (rata-rata) 1,04 (0,98-1,10) 0,94 (0,88-1,00) * 0,93 (0,88-0,99) * R² untuk model dengan polutan 0,01-0,19 (SO₂) 0,50-0,52 (SO₂) 0,52 * P <0,05; ** P <0,01; *** P <0,001. R² = 0,50 untuk faktor sosial ekonomi saja.

Tabel 3 Odds rasio untuk peningkatan lahir mati / 50 ug / m³ di polusi udara dan perubahan dari 25 ke persentil ke-75 variabel sosial ekonomi Mentah

Disesuaikan dengan faktor sosial ekonomi Fully disesuaikan
 Ditanggihkan partikulat 0,94 (0,77-1,14) 0,96 (0,77-1,18) 0,92 (0,74-1,15) Sulfur dioksida 1,07 (0,91-1,26) 0,98 (0,80-1,20) 0,90 (0,70-1,16) Nitrogen oksida 1,07 (0,89-1,29) 1,10 (0,86-1,39) 1,21 (0,89-1,64) kelahiran di luar nikah (%) 1,10 (1,01-1,21) * 0,95 (0,80-1,14) 0,94 (0,78-1,12) Aborsi / 100 kelahiran 0,98 (0,90-1,13) 0,93 (0,82-1,06) 0,92 (0,81-1,05)

Talak / 100 pernikahan 1,05 (0,96-1,16) 1,15 (0,95-1,40) 1,14 (0,92-1,40) Berarti pendapatan (Republik Crowns) 0,97 (0,89-1,05) 0,94 (0,85-1,05) 0,94 (0,85 -1,04) tabungan berarti (Republik Crowns) 0,87 (0,78-0,98) * 0,79 (0,64-0,97) * 0,75 (0,61-0,94) * Orang / mobil (mean) 1,01 (0,90-1,13) 0,93 (0,78-1,10) 0,90 (0,76-1,08) R2 untuk model dengan polutan 0,01 0,05 0,04
 * P <0,05; ** P <0,01; *** P <0,001. R2 = 0,05 untuk faktor sosial ekonomi saja. hasil kehamilan dan polusi udara luar ruangan 541

Tingginya kadar guidelines.14 polusi udara dan variasi geografis yang luas dalam konsentrasi di Palangka Raya pada saat yang meningkatkan kekuatan studi untuk menunjukkan eVects polusi udara pada seleksi health.The dari 45 monitoredistrictsmayrestrictsomewhattheability ofthese fi negara ndingstobegeneralisedforthewhole tetapi tidak harus aVect yang validitas internal penelitian. Terlepas dari keterbatasan terkenal studi ekologi, 15 beberapa keterbatasan lain dari theseanalysesneedtobeconsidered.Theunits analisis dalam penelitian ini adalah tidak independen; tergantung pada jumlah tahun yang datanya polusi yang tersedia, masing-masing kabupaten termasuk sampai tiga kali dalam dataset. Hal ini bisa mengakibatkan autokorelasi serial. Selain itu, kabupaten tetangga mungkin lebih mirip satu sama lain untuk kedua polusi dan kelahiran hasil, yang akan menyarankan autocorrelation.16 spasial Kami belum melakukan tes formal untuk autokorelasi. Namun, meskipun autokorelasi akan menyebabkan meremehkan kesalahan acak (dan dengan demikian lebar dari 95% CI), itu tidak aVect perkiraan titik OR. Meskipun autokorelasi akan cenderung melebih-lebihkan fi signifikansi dari OR, random misclassi fi kasi paparan akan memiliki eVects.17 berlawanan Penggunaan kabupaten berarti misclassi fi ed eksposur dari orang individu karena beberapa alasan. Pertama, mengurangi variasi spasial dalam paparan dalam kabupaten ke rata-rata keseluruhan. Kedua, fl attened variasi musiman. Dan ketiga, data tahunan menyebabkan menugaskan paparan salah untuk kelahiran yang terjadi pada setiap awal tahun. Misalnya, wanita melahirkan pada bulan Januari akan ditugaskan konsentrasi pencemaran yang berlaku setelah melahirkan. Semua jenis misclassi fi kasi yang paling mungkin untuk menjadi acak, dan akan menyebabkan meremehkan eVects polusi udara.

Dalam pandangan kami, paparan misclassi fi kasi dalam penelitian ini bias eVects polusi udara menuju persatuan. Misclassi fi kasi faktor sosial ekonomi, potensi pembaur penting, mungkin menjadi masalah potensial, meskipun banyak indikator diVerent digunakan untuk menghapus eVects mereka. Indikator yang digunakan dalam penelitian ini mencirikan aspek

diVerent dari lingkungan sosial ekonomi. Tingkat perceraian, aborsi, dan kelahiran di luar nikah yang terkait dengan nilai-nilai tradisional dan stabilitas sosial. tabungan rata-rata (hanya ada satu bank milik sebelum 1990 negara), berarti penghasilan (semua perusahaan yang dimiliki oleh thestate, andthestatepaidallsalaries), andcar kepemilikan, di sisi lain, mencerminkan kondisi ekonomi. Dalam korelasi bivariat, polusi udara terkait dengan sebagian besar karakteristik sosial ekonomi. Faktor-faktor sosial ekonomi yang sangat terkait dengan berat badan lahir rendah, dan termasuk karakteristik sosial ekonomi dalam model kasar dibelah dua eVects SO2 pada risiko berat lahir rendah. Jika faktor-faktor sosial ekonomi yang misclassi fi ed, eVects mereka akan diremehkan, dan ini bisa mengakibatkan confounding.¹⁸ Aswellasregressionmodelling sisa, kami telah menggunakan cara alternatif untuk menilai ini kemungkinan.

Kematian bayi dari penyebab eksternal, diketahui sangat terkait dengan status sosial ekonomi, itu kemunduran terhadap polusi udara. Fakta bahwa tidak ada hubungan yang ditemukan (tidak ditampilkan) tidak mendukung keberadaan pembaur residual dengan faktor sosial ekonomi. Demikian pula, dalam analisis disajikan, eVects SO2 hanya ditemukan untuk berat lahir rendah tetapi tidak untuk kelahiran mati, meskipun lahir mati juga telah dikaitkan dengan status sosial ekonomi di some¹⁹ ²⁰ (tapi tidak all²¹) populasi. faktor sosial ekonomi yang paling mungkin menangkap eVects terkenal merokok ibu pada birthweight²², tidak mungkin bahwa ibu yang merokok berhubungan dengan polusi udara secara independen dari status sosial ekonomi. Namun, mungkin ada yang lain, tidak terukur, karakteristik kabupaten, dan temuan kami harus interpretedcautiouslyandrequireindependent con fi knis. polusi udara SmithandLeesuggestedthatsomeeVectsof pada hasil kehamilan akan intuitivelyexpected, perhapsmediatedbymore morbiditas pernafasan selama pregnancy.⁹ Anehnya beberapa penelitian yang diterbitkan dianggap pertanyaan ini. Sebuah penelitian di Inggris membandingkan populasi yang hidup di sekitar titik sumber polusi udara dengan populasi kontrol tidak fi nd setiap peningkatan prevalensi berat badan lahir rendah di tercemar area.¹⁰ Studi Cina, dengan data individu pada pembaur dan tempat tinggal untuk menetapkan eksposur , menemukan hubungan linear antara polusi udara dan berat lahir rendah; dengan OR 1,11 (95% 1,06-1,16) dan 1,10 (95% CI 1,05-1,14) / 100 ug / m³ total partikel tersuspensi dan SO₂, respectively.Ourresults, menyatakan / 100µg / m³, yang 1,08 dan 1,21, masing-masing, setelah mengendalikan faktor sosial ekonomi. Untuk SO₂, yang eVects ditemukan dalam data kami jauh lebih kuat.

Hasil terbaru dari proyek penelitian Ceko dan Amerika Serikat Environmental Protection Agency, yang mengumpulkan data individu pada ibu dan bayi di dua wilayah Palangka Raya, menyarankan bahwa perempuan terkena konsentrasi tinggi partikulat ($> 50 \text{ ug / m}^3$), dibandingkan dengan mereka yang terkena konsentrasi rendah ($<40 \text{ mg / m}^3$) selama trimester pertama, memiliki risiko lebih besar melahirkan bayi dengan berat lahir di bawah persentil ke-10 dari berat badan lahir untuk usia kehamilan dan jenis kelamin (OR 2.64, 95% CI 1.48-4.71).^{11A} dalam studi mereka, the critical exposure period seemed to be yang pertama bulan kehamilan. Sebagai faktor sosial ekonomi (dan merokok ibu) hati-hati dikendalikan untuk, hasil ini tampaknya tidak disebabkan oleh pengganggu. Interpretasi studi epidemiologi melaporkan hubungan antara polusi udara dan kebutuhan berat lahir hati-hati. Meskipun berat lahir range of social and behavioural determinantsof atau kelahiran prematur telah diidentifikasi, mekanisme biologis yang menyebabkan prematuritas tidak dipahami dengan baik,²³ dan tidak jelas mekanisme yang dapat memberikan hubungan antara polusi udara dan berat lahir. Infeksi pada kehamilan adalah prediktor kelahiran prematur,²⁴ dan itu bisa berspekulasi bahwa infeksi berulang, kemungkinan berhubungan dengan polusi, mungkin memainkan Viscos darah part.

Ditemukan selama episode polusi udara,²⁵ mungkin terkait dengan gangguan konsentrasi plasenta function. Peningkatan adduct DNA telah ditemukan di blood^{27 28} dan placentas²⁹ mata pelajaran yang tinggal di daerah tercemar, dan juga ditemukan terkait dengan birthweight.³⁰ Although elucidating the biological pathways penting, asosiasi harus mapan pertama. Replikasi dari temuan dalam populasi di Verent dan dataset adalah bagian dari proses ini. asosiasi sekarang telah ditemukan di tiga dataset independen namun hypothesis requires further testing ini, and existing data dari populasi lain dapat melakukan hal ini. Jika temuan ini dikomfirmasi, mereka akan memberikan kontribusi penting untuk perdebatan tentang mengurangi eksposur ke dunia polusi udara lebar.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Kadar PM 10 yang berhasil diperoleh dari pengukuran di Palangka Raya berkisar antara $5,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan rata-rata sebesar $190,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Bila dibandingkan dengan baku mutu udar ambien yang berlaku (dengan ekstrapolasi kadar PM10 dalam tiga bulan adalah sebesar $78 \mu\text{g}/\text{m}^3$).
2. Hasil estimasi peningkatan kasus BBLR adalah kejadian kasus BBLR tertinggi berada di bulan Februari 2014 s.d. Juni 2016 hal tersebut berarti wanita yang melahirkan di bulan itu usia kehamilan pertamanya berada di bulan Juni-Agustus sehingga saat kejadian para wanita tersebut terpapar asap kebakaran hutan.

B. Saran

1. Disarankan dilakukan penelitian lanjut untuk mendapatkan metode yang lebih komprehensif agar diperoleh hasil perhitungan kerugian yang lebih akurat dengan rancangan penelitian yang lain, *case control* atau *cohort*.
2. Disarankan untuk melakukan penelitian jangka panjang dampak kesehatan yang mungkin ditimbulkan oleh pencemaran udara akibat kebakaran hutan dan lahan.
3. Disarankan melakukan pemantauan kualitas udara secara rutin dan berkesinambungan, terutama untuk daerah-daerah yang rawan kebakaran hutan dan lahan di seluruh wilayah Indonesia.
4. Mencegah dan menanggulangi dampak asap yang ditimbulkan oleh kebakaran hutan terhadap kesehatan disarankan untuk membatasi waktu pajanan dengan tidak berada di luar rumah jika tidak perlu, tidak melakukan aktivitas fisik atau olahraga di luar rumah jika tidak perlu, tidak melakukan aktivitas fisik atau olahraga di luar rumah, menggunakan masker serta segera memberikan pertolongan pertama yaitu dengan memberikan oksigen kepada penderita gangguan akibat asap.

BAB VIII

DAFTAR PUSTAKA

- Pedersen Marie, et al. 2013. *Ambient air pollution and low birthweight: a European cohort study (ESCAPE)* [online]. Diunduh dari www.thelancet.com/respiratory . Vol 1 Novemver 2013. [Diakses tanggal: 13 Juli 2015].
- Kannan, Srimathi et al. 2006. *Exposure to Airborne Particulate Matter and Adverse Perinatal Outcomes: A biologically Plausible Mechanistic Framework for Exploring Potential Effect Modification by Nutrition*. Environmental Health Perspectives Vo. 114 No. 11 November 2006.
- Ballester, Ferran et al. 2010. *Air Pollution Exposure during pregnancy and reduced birth size: a prospective birth control study in Valencia, Spain* [online]. Diunduh dari www.ehjurnal.net/content/9/1/6. [Diakses tanggal 13 Juli 2015].
- Triesnawati, Riani. 2000. *Health Impact and The Estimation of Economical Loss of Its Because of Forest Fire*. Public Health Faculty, University of Indonesia.
- Dharmawan, Untad. 2003. *The Influence Fire Usage in Land Preparation on Green House Gasses Emission*. Public Health Faculty, University of Indonesia.
- Arden, Pope C. *Epidemiological Evidence of PM Related Health Effects*. Presented at International Biomass Smoke Health Effects Conference The University of Montana.
- Perera, Frederica. 1999. *Molecular Epidemiologic Research on The Effects of Environmental pollutants*. "Environmental Health Perspective", Vol 107, Supplements 3, June 1999.
- Andrea L. Roberts, Kristen Lyall, Jaime E. Hart, et al. 2013. Perinatal air pollutant exposures and autism spectrum disorder in the children of Nurses' Health Study II participants. "Environmental Health Perspectives" [online], Access date: 6 December 2014, Available: <http://ehp.niehs.nih.gov/1206187/>
- Pisani, 2006. *GSTM1 and CYP1A1 polymorphisms, tobacco, air pollution, and lung cancer: A study in rural Thailand; cancer epidemiology Biomarkers*. [online] Access date: 6 December 2014. Available: <http://cebp.aacrjournals.org/content/15/4/667.long>.
- Bobby paul and Indranil Saha, 2010. *Physical growth pattern and morbidity of LBW babies in a slum of Kolkata: A study of physical growth pattern and morbidity of low birth weight babies in a slum of Kolkata, West Bengal, India*. Lambert academic publishing ISBN-10 3838361881.
- Unicef, 2013. *Improving child nutrition: the achievable imperative for global progress* [online]. Access date: 24 April 2015. Available from: <http://data.unicef.org/nutrition/low-birthweight>.
- Kannan, Srimathi et al, 2006. *Exposure to Airborne PM and adverse Perinatal Outcomew: A Plausible Mechanistic Framework for Exploring Potential Effect Modification by Nutrition*. Environmental Health Perspectives Vol. 114 No. 11. November 2006.

Myllynen, P. et al, 2004. *Human Placental: A Human Organ for Developmental Toxicology Research and Biomonitoring*. Placenta Vol. 26, Elsevier.

UNICEF. 2004. *Low Birthweight: Country, Regional, and Global Estimates* [online]. Diakses dari <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43184/1/9280638327.pdf> . Diunduh tanggal 11 Juli 2015.

Lampiran 1

SUSUNAN TIM PENELITIAN

No	Nama Lengkap & NIP	Instansi Asal	Bidang Ilmu	Alokasi waktu (jam/mg)	Pembagian Tugas
1	Vissia Didin Ardiyani	Poltekkes	Biostatistik dan Kesling	2 j/m	Pengembangan proposal

JADWAL PENELITIAN

No	Kegiatan	Semester I						Semester II			
		Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
1	Penyusunan proposal										
2	Protokol dan Etikal Clearance										
3	Ijin penelitian										
4	Pelaksanaan penelitian										
5	Pengolahan dan analisa data										
6	Laporan akhir										
7	Seminar hasil										

BIODATA KETUA PELAKSANA DAN PENELITI**KETUA PENELITI****A. Identitas Diri**

1	Nama Lengkap	Vissia Didin Ardiyani, SKM, MKM
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Jabatan Fungsional	Lektor
4	NIP	19790414 200212 2 002
5	NIDN	4004147901
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Surabaya, 14 04 1979
7	Email	Didin1404@yahoo.com
8	Nomor telepon	082149988997
9	Alamat Kantor	Jalan G. Obos no. 32, Palangka Raya
10	Nomor telepon	0536 32 21768
11	Mata Kuliah yang diampu	1. Biostatistik 2. Metodologi Penelitian 3. Epidemiologi

B. Riwayat Pendidikan

	S1	S2	S3
Nama perguruan tinggi	Universitas Indonesia	Universitas Indonesia	-
Bidang Ilmu	Kesling	Biostatistik	-
Tahun Masuk	1997-2002	2007-2009	-

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian		
			Sumber	Jumlah
1	2010	Concentration of Various Fraction of Nitrogen in Oxbow and Backwater Lakes of Central Kalimantan, Indonesia	Swadana	Rp15.000.000,-
2	2010	Tinjauan Kasus Penyakit 'Bakihis' di Desa Tumbang Kejamei dan Desa Kiham Batang	Risbinakes 2010	Rp20.000.000,-
3	2010	Determinan Penolong Persalinan di Wilayah Kerja Puskesmas Kalampanan, Kalteng	Risbinakes 2010	Rp15.000.000,-

4	2010	Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Hipertensi di Kasongan, Kabupaten Katingan tahun 2010	Risbinakes 2010	Rp15.000.000,-
5	2011	Prevalensi TB Paru di Wilayah Kerja Puskesmas Tumbang Sanamang, Kabupaten Katingan	Risbinakes 2011	Rp15.000.000,-
6	2011	Determinan Kejadian Karsinoma Serviks pada Peserta Pemeriksaan Pap-Smear	Risbinakes 2011	Rp15.000.000,-
7	2011	Determinan Pertumbuhan Fisik Anak Sekolah di Kabupaten Gunung Mas, Kalteng	Risbinakes 2011	Rp15.000.000,-

D. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul artikel	Nama Jurnal	Vol/No/ Tahun
1	2011	Concentration of various fraction of Nitrogen in Oxbow and backwater Lakes of Central Kalimantan, Indonesia	Jurnal Teknologi Kesehatan, Poltekkes Yogyakarta	Vol.7/no.1/2011
2	2010	Faktor dan sebaran Penyakit Kulit di Desa Tumbang Kajamei Kabupaten Katingan	Jurnal Forum Kesehatan Poltekkes Kemenkes P/Raya	Vol.2/no.3/2011
3	2010	Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Hipertensi di Kasongan, Kabupaten Katingan tahun 2010	Jurnal Forum Kesehatan Poltekkes Kemenkes P/Raya	Vol.2/no.3/2011
4	2011	BBLR sebagai factor risiko terjadinya <i>stunting</i> di Kabupaten Gunung Mas, 2011	Jurnal Forum Kesehatan Poltekkes Kemenkes P/Raya	Vol.2/no.3/2011
5	2013	Pengaruh perubahan iklim dengan kejadian DBD di kota palangka raya	Buletin Bappeda Kalteng	Edisi ke-18 tahun 2013

E. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentasi) Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah	Judul Artikel	Waktu dan Tempat
1	Oral Ilmiah pada Forum Kebijakan Nasional ke-3 di Surabaya	Pola Ketimpangan Sosial dan Kejadian Stunting di Kalteng	Oktober 2012 di Surabaya
2	Poster pada <i>the 7th postgraduate Forum di Thailand</i>	Effects social economics on Children stunting in Indonesia	Juni 2013 di Thailand

F. Karya Buku Dalam 5 Tahun Terakhir

No	JUDUL BUKU	TAHUN	JUMLAH HALAMAN	PENERBIT
--				

G. Perolehan Hki Dalam 5-10 Tahun Terakhir

No	JUDUL/TEMA HKI	TAHUN	JENIS	NO P/ID
--				

SURAT PERNYATAAN KETUA PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Vissia Didin Ardiyani, SKM, MKM
NIP/NIDN : 19790414 200212 2 001/ 4014047901
Pangkat / Golongan : Penata Muda Tk. I / III c
Jabatan Fungsional : Lektor

Dengan ini menyatakan bahwa proposal penelitian saya dengan judul:

Hubungan antara Polusi Udara dengan Kejadian BBLR di Kota Palangka Raya yang diusulkan dalam skema Penelitian Pemula Perguruan Tinggi untuk tahun anggaran 2015 bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga/sumber lain.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluaruh biaya penelitian yang sudah diterima ke kas Negara.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Palangka Raya, 15 Desember 2015,

Mengetahui,
Kepala UPPM



(Vissia Didin Ardiyani, SKM, MKM)
NIP. 19790414 200212 2 002

Ketua,



(Vissia Didin Ardiyani, SKM, MKM)
NIP. 19790414 200212 2 002

Mengesahkan,



(Dhini, M.Kes)
NIP. 19650401 198902 2 002