

TOPIK 8

TOKSIKOLOGI SISTEM REPRODUKSI

(NAYLA KAMILIA FITHRI)

A. Pengertian Sistem Reproduksi

Sistem reproduksi adalah suatu rangkaian dan interaksi organ dan zat dalam organisme yang dipergunakan untuk berkembang biak. Sistem reproduksi berbeda antara laki-laki dan perempuan.

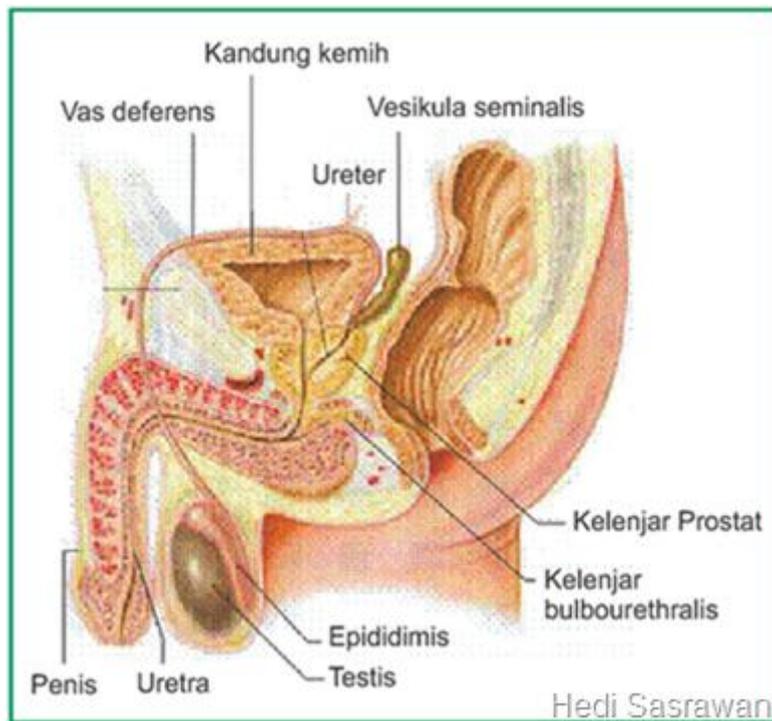
1. Sistem Reproduksi pada Laki-laki

Sistem reproduksi pria terdiri atas organ-organ berikut, yaitu:

- a. **Testis**, terdapat sepasang yang dilindungi oleh kulit skrotum dan berfungsi untuk menghasilkan sel sperma dan hormon kelamin pria (testosteron). Testis merupakan alat untuk memproduksi sperma. Untuk memproduksi sperma, diperlukan suhu yang sedikit lebih rendah dari suhu tubuh. Oleh karena itu menjelang kelahiran, testis turun dari dalam rongga tubuh menuju kantong pelir (skrotum). Skrotum menjaga suhu testis. Jika suhu terlalu panas, skrotum mengembang. Jika suhu dingin, skrotum mengerut sehingga testis lebih hangat. Di dalam testis terdapat saluran-saluran halus yang disebut saluran penghasil sperma (tubulus seminiferus). Dinding sebelah dalam saluran tersebut terdiri dari jaringan epitelium dan jaringan ikat. Di jaringan epitelium terdapat :
 - Sel induk sperma (spermatogonium), yaitu calon sperma
 - Sel sertoli yang berfungsi memberi makan sperma
 - Sel Leydig yang berfungsi menghasilkan hormon testoteron.
- b. **Epididimis**, yaitu saluran terluar dari testis sebagai tempat pematangan dan penyimpanan sementara sel-sel sperma.
- c. **Vas deferens**, yaitu saluran panjang lanjutan dari epididimis, yang berfungsi untuk pengangkutan sperma sebelum dikeluarkan menuju vesikula seminalis.
- d. **Vesikula seminalis**, yaitu merupakan kelenjar yang menghasilkan cairan semen yang bersifat nutritif bagi sperma.
- e. **Kelenjar Prostat**, yaitu kelenjar yang menghasilkan getah untuk menjaga kehidupan sperma.
- f. **Uretra**, yaitu saluran pada penis yang berfungsi untuk pengeluaran sperma dan urine.
- g. **Penis**, Penis terdiri dari jaringan-jaringan otot, jaringan spons yang lembut, pembuluh-pembuluh darah, dan jaringan syaraf. Urin keluar dari tubuh pria melalui lubang kecil yang terletak di ujung

kepala penis. Ketika bayi laki-laki lahir, penis diselubungi oleh kulit luar yang longgar. Untuk tujuan kebersihan dan kesehatan, kulit yang menutup penis dipotong kira-kira 1-1,5 cm sehingga penis mudah dibersihkan.

- h. **Skrotum**, yaitu merupakan kantong yang didalamnya terdapat testis, yang berfungsi sebagai pengatur suhu bagi sperma.
- i. **Kelenjar cowper**, yaitu penghasil lendir untuk melumasi saluran sperma ketika keluar tubuh.



Gambar 1.1 Sistem Reproduksi Pria

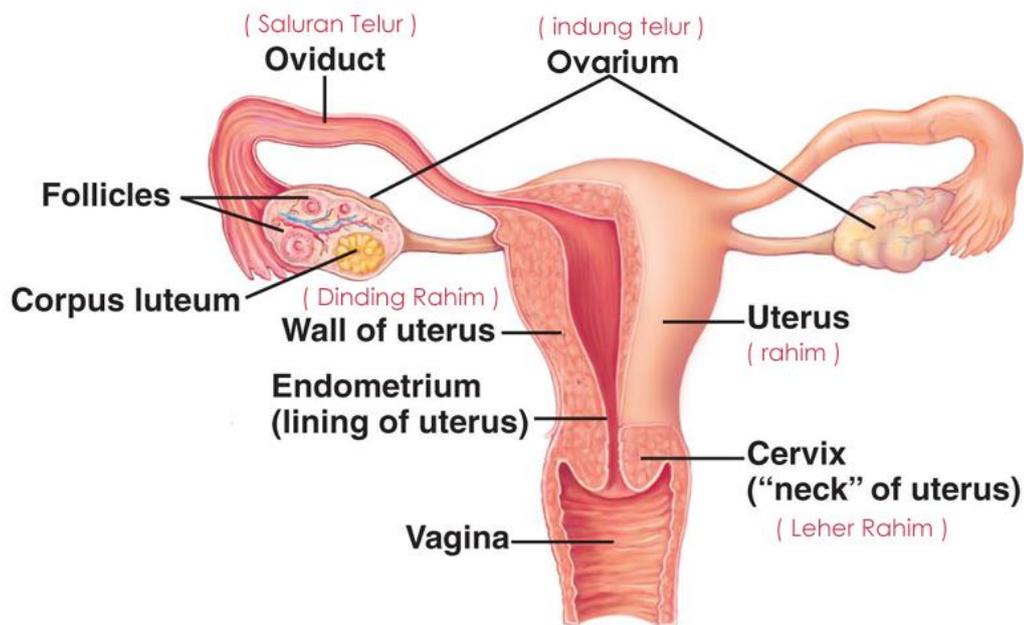
2. Sistem Reproduksi pada Perempuan

Sistem reproduksi pada wanita terdiri atas organ-organ, yaitu:

- a. **Ovarium**, terdapat sepasang dan berfungsi untuk menghasilkan ovum serta hormon kelamin wanita (estrogen dan progesteron). Ovarium berjumlah sepasang dan berfungsi menghasilkan sel telur (ovum). Ovarium terletak di rongga perut tepatnya di daerah pinggang kiri dan kanan. Ovarium diselubungi oleh kapsul pelindung dan mengandung beberapa folikel. Setiap folikel mengandung satu sel telur. Folikel merupakan struktur, seperti bulatan-bulatan yang mengelilingi oosit dan berfungsi menyediakan makanan dan melindungi perkembangan sel telur. Sel telur yang telah masak akan lepas dari ovarium. Peristiwa itu

disebut ovulasi. Selain menghasilkan sel telur, ovarium juga berfungsi menghasilkan hormon estrogen dan progesteron.

- b. **Infundibulum**, yaitu ujung oviduk yang berbentuk corong dan berfungsi untuk menangkap ovum yang dilepaskan ovarium (saat ovulasi)
- c. **Oviduk (tuba falopii)**, merupakan saluran pengeluaran sel telur dari ovarium menuju uterus dan merupakan tempat terjadinya fertilisasi ovum dengan sel sperma
- d. **Uterus (rahim)**, yaitu tempat perkembangan embrio (janin). Dindingnya akan meluruh (menstruasi) apabila ovum tidak dibuahi.
- e. **Vagina**, yaitu tempat masuknya penis pada saat kopulasi dan saluran pengeluaran bayi ketika dilahirkan. Vagina berfungsi sebagai organ persetubuhan dan untuk melahirkan bayi. Organ tersebut mempunyai banyak lipatan sehingga pada saat melahirkan dapat mengembang. Dalam vagina terdapat lendir yang dihasilkan oleh dinding vagina dan oleh suatu kelenjar, yaitu kelenjar bartholini. Selain organ reproduksi dalam, terdapat juga organ reproduksi luar. Organ reproduksi luar pada wanita berupa vulva. Vulva merupakan celah paling luar dari organ kelamin wanita. Vulva terdiri dari mons pubis. Mons pubis atau mons veneris merupakan daerah atas dan terluar dari vulva yang banyak mengandung jaringan lemak. Pada masa pubertas daerah atas ini mulai ditumbuhi rambut. Labium mayor merupakan bibir luar vagina yang tebal berlapis lemak. Di dalam labium mayor terdapat labium minor, yaitu sepasang lipatan kulit yang halus dan tipis, tidak dilapisi lemak. Labium mayor dan labium minor pada bagian atas labium membentuk tonjolan kecil yang disebut klitoris. Klitoris merupakan organ erektil yang dapat disamakan dengan penis pada pria. Meskipun klitoris secara structural tidak sama persis dengan penis pada pria, namun klitoris juga mengandung korpus kavernosa. Pada klitoris terdapat banyak pembuluh darah dan ujung-ujung saraf perasa. Pada vulva bermuara dua saluran, yaitu saluran uretra (saluran kencing) dan saluran kelamin (vagina). Pada daerah dekat saluran ujung vagina terdapat himen atau selaput dara. Himen merupakan selaput mukosa yang banyak mengandung pembuluh darah.



Gambar 1.2 Sistem Reproduksi Wanita

B. Pengaruh Bahan Kimia Terhadap Sistem Reproduksi

CDC (*Center for Disease Control and Prevention*) melaporkan bahwa hampir setiap orang yang tubuhnya terpapar bahan kimia ini, dalam beberapa waktu menunjukkan efek yang merugikan pada kesehatan reproduksi. Penyelidikan terbaru menunjukkan bahwa dari paparan bahan kimia tingkat yang lebih tinggi mengganggu endokrin-adalah terkait dengan efek buruk pada tindakan reproduksi dan kelahiran, termasuk mengurangi kualitas sperma pada pria, kelahiran prematur, berat badan lahir rendah, dan perubahan perilaku anak (CDC, 2009).

Bahaya-bahaya yang dapat mengganggu kesehatan reproduksi para pekerja pria bekerja dengan mempengaruhi beberapa beberapa hal seperti :

1. Jumlah Sperma

Beberapa bahan berbahaya dapat memperlambat atau bahkan menghentikan produksi sperma. Hal ini berarti bahwa hanya akan dihasilkan lebih sedikit sperma untuk dapat membuahi sel telur. Jika tidak ada sperma yang diproduksi, maka pekerja tersebut dapat disebut steril. Jika bahaya yang memapar dapat mencegah proses pembuatan sperma, label steril itu menjadi permanen.

2. Bentuk Sperma

Beberapa bahan berbahaya dapat membuat bentuk sel sperma menjadi berbeda. Jika sudah seperti itu, sperma akan mengalami kesulitan untuk berenang menuju sel telur atau membuahnya.

3. Transfer Sperma

Beberapa bahan berbahaya dapat terakumulasi pada epididimis, seminal vesicles, atau prostate. Hadirnya bahan tersebut dapat membunuh sperma, merubah cara/arah sperma berenang, atau menempel pada sperma dan dibawa menuju sel telur atau kepada bayi yang belum lahir.

4. Kemampuan Seksual

Perubahan pada jumlah hormon dapat mempengaruhi kemampuan seksual. Beberapa bahan kimia seperti alcohol, bisa mempengaruhi kemampuan untuk mencapai ereksi, sedangkan pada beberapa orang dapat mempengaruhi keinginan seksualnya. Beberapa obat-obatan, baik yang legal maupun tidak, dapat mempengaruhi kemampuan seksual.

5. Kromosom Sperma

Beberapa bahan berbahaya dapat mempengaruhi kromosom yang terdapat pada sperma. Sperma dan sel telur masing-masing menyumbangkan 23 kromosom saat proses fertilisasi. DNA yang tersimpan pada kromosom inilah yang menentukan akan seperti apa rupa, bentuk dan fungsi tubuh bayi yang akan lahir. Radiasi atau bahan kimia dapat menyebabkan perubahan atau kerusakan pada DNA. Jika DNA sperma telah rusak, maka ia bisa jadi tidak akan bisa membuahi sel telur, atau jika ia berhasil membuahi sel telur, ia akan memberikan pengaruh pada pertumbuhan janin.

6. Kehamilan

Jika sperma yang telah rusak dapat membuahi sel telur, sel telur bisa jadi tidak akan tumbuh dengan sempurna, sehingga dapat menyebabkan keguguran atau masalah kesehatan pada bayi yang akan dilahirkannya. Jika bahan berbahaya tersebut dibawanya oleh semen, janin mungkin akan terpapar sehingga dapat menyebabkan gangguan pada saat kehamilan atau gangguan kesehatan pada bayi setelah ia lahir.

C. Efek dan Toksikasi pada Sistem Reproduksi

Berikut adalah pengelompokan efek dan toksikan reproduksi berdasarkan jenis kelaminnya.

1. Efek pada pekerja perempuan

Efek yang mungkin timbul pada pekerja perempuan cukup bervariasi, seperti:

- a. Gangguan Menstruasi: benzena, kloropen, merkuri anorganik, stirena, Toluena
- b. Aborsi atau infertil: gas anestesi, timbal, benzena, sitotoksik, etilnoksida, formaldehid.
- c. BBLR: karbon monoksida, formaldehid, dan vinil klorida.
- d. Bayi lahir prematur: timbal

- e. Kematian ibu: Berilium dan Benzena

2. Efek pada pekerja laki-laki

Efek yang mungkin timbul pada pekerja laki-laki seperti:

- a. Libido dan impoten : kloropen, mangan (Mn), timbal anorganik dan organik, metil anorganik, toluena disodiat dan vinil klorida
- b. Tertis/Infertil: Kloropen, timbal organik atau organik dan dibromo kloropropan,
- c. Spermatotoksitas: karbaril, Cs₂, sitotoksik, timbal.

D. Pencegahan Paparan Bahan Kimia Berbahaya di Tempat Kerja

Hazard reproduksi tidak terlalu disadari oleh banyak orang khususnya bagi para pengusaha atau pimpinan perusahaan sehingga perlindungan terhadap paparan hazard reproduksi baik pada pekerja perempuan maupun pekerja laki-laki di tempat kerja tidak diutamakan.

Pengusaha memiliki tanggung jawab untuk melindungi para pekerja. Namun, karena banyak pengusaha yang tidak memperdulikan paparan bahaya bahan kimia, pekerja harus mengambil langkah-langkah pencegahan untuk menjaga memastikan keselamatan mereka sendiri, seperti :

1. Simpan bahan kimia dalam wadah tertutup ketika sudah atau selesai digunakan.
2. Cuci tangan sebelum makan, minum.
3. Hindari kontak kulit dengan bahan kimia.
4. Jika bahan kimia kontak dengan kulit, segera cuci tangan sesuai dengan petunjuk yang tercantum dalam lembar data keselamatan bahan (MSDS). Pengusaha diminta untuk memberikan MSDS untuk semua bahan berbahaya yang digunakan di tempat kerja.
5. Mengenali bahan kimia di tempat kerja yang dapat berpotensi sebagai hazard reproduksi
6. Mencegah kontaminasi di rumah seperti :Mengganti pakaian kerja yang terkontaminasi bahan berbahaya dan cuci dengan air bersih dan sabun sebelum pulang bekerja, mencuci pakaian kerja terpisah dari cucian, menghindari membawa pakaian yang terkontaminasi atau benda lain di rumah.
7. Berpartisipasi dalam pelatihan pendidikan kesehatan dan keselamatan serta program pemantauan yang ditawarkan oleh pimpinan.

8. Pelajari tentang praktik-praktik yang tepat dalam bekerja, teknik kontrol, dan penggunaan alat pelindung diri (yaitu, sarung tangan, respirator, dan pakaian pelindung diri) yang dapat digunakan untuk mengurangi paparan terhadap zat berbahaya.
9. Ikuti prosedur serta praktik keselamatan dan kesehatan kerja yang diterapkan oleh pimpinan untuk mencegah paparan bahaya bagi sistem reproduksi di tempat kerja.

E. Pengendalian Paparan Bahan Kimia Berbahaya di Tempat Kerja

Berdasarkan Hierarki Pengendalian Bahaya di atas, maka dapat disusun contoh langkah pengendalian bahaya sebagai berikut:

1. Eliminasi : Hindari pemakaian pestisida untuk bahan-bahan makanan
2. Substitusi: Mengganti pestisida/bahan-bahan berbahaya bagi kesehatan reproduksi dengan bahan yang lebih aman
3. Minimasi: Mengurangi pemakaian pestisida untuk bahan-bahan makanan.
4. Pengendalian engineering: Menciptakan mesin yang aman untuk kesehatan reproduksi pada proses di pabrik
5. Pengendalian administratif: Menciptakan undang-undang mengenai batas aman pemakaian bahan yang berbahaya bagi kesehatan reproduksi
6. Alat Pelindung diri: Memakai masker agar toksikan tidak terhirup dan memakai sarung tangan ketika bekerja terhadap bahan kimia yang berbahaya bagi kesehatan reproduksi.

Kesehatan adalah keadaan sejahtera dari badan, jiwa dan sosial yang memungkinkan setiap orang hidup produktif secara sosial dan ekonomis (UU No. 23 Tahun 1992). Definisi ini sesuai dengan WHO, kesehatan tidak hanya berkaitan dengan kesehatan fisik, tetapi juga kesehatan mental dan sosial, ditambahkan lagi (sejak deklarasi Alma Ata-WHO dan UNICEF) dengan syarat baru, yaitu: sehingga setiap orang akan mampu hidup produktif, baik secara ekonomis maupun sosial. Kesehatan reproduksi adalah keadaan kesejahteraan fisik, mental, dan sosial yang utuh dan bukan hanya tidak adanya penyakit atau kelemahan dalam segala hal yang berhubungan dengan sistem reproduksi dan fungsi-fungsi serta proses-prosesnya.

Diseluruh dunia jumlah wanita yang bekerja makin meningkat dan sekarang sudah mencapai 42% dari jumlah tenaga kerja. Meskipun sebagian mempunyai akses terhadap pelayanan kesehatan kerja, pelayanan tersebut pada umumnya belum memenuhi kebutuhan khusus tenaga kerja wanita. Pada umumnya ada salah persepsi, bahwa selain masalah reproduksi, wanita karier mempunyai risiko yang sama untuk mendapat penyakit akibat kerja dan juga mendapat perlindungan yang sama terhadapnya.

F. Studi Kasus

Studi Kasus Dampak Pestisida pada Sistem Reproduksi Perempuan

Peran Perempuan di Pertanian yang begitu besar membuat perempuan juga dominan dan paling beresiko terhadap dampak pestisida. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Badan Pangan Dunia di perserikatan bangsa-Bangsa (FAO), jumlah perempuan yang terlibat di sektor pertanian meningkat dari tahun ke tahun. Jumlah tenaga kerja perempuan dalam sektor pertanian mengalami peningkatan hampir empat kali lipat dari tahun 1960 sebanyak 7,43 juta menjadi 20,82 juta orang pada tahun 2000 (Data FAO,2000). Meskipun FAO belum pernah mengeluarkan data jumlah petani terutama petani perempuan yang terkena dampak pestisida, namun ada beberapa studi terhadap kasus – kasus yang berkaitan dengan dampak pestisida tersebut.

Dari beberapa studi yang dilakukan di beberapa Negara Asia juga ditegaskan bahwa perempuan adalah pekerja utama di pertanian dan perkebunan, yang berhubungan langsung dengan penggunaan pestisida dalam pekerjaannya sehari-hari. Seperti di Malaysia, perempuan terlibat di hampir 80 persen dari 50,000 dari pekerjaan umum dan terpaksa menjadi pekerja di perkebunan, dengan sebanyak 30,000 orang yang aktif sebagai penyemprot pestisida di sektor perkebunan sendiri. Para pekerja di Malaysia sangat beresiko terpapar pestisida karena hampir sehari-hari menggunakan pestisida seperti Paraquat, Methamidophos dan Monocrotophos. Akibatnya, petani perempuan dan perempuan buruh perkebunan banyak yang menderita penyakit dan mengalami gangguan kesehatan yang kronis dan akut. Seperti kuku jari tangan yang membusuk, gatal-gatal, perut mual dan nyeri, sakit punggung, pusing, nafas sesak, mata kabur/rabun, mudah marah, sakit kepala, sesak di dada, bengkak, nyeri otot, rasa gatal kulit dan infeksi kulit, bahkan timbulnya kanker.

Di India, pestisida menjadi penyebab utama yang telah membinasakan hidup penduduk desa Kasargod, Kerala. Di temukan bahwa selama dua setengah dekade, pestisida jenis endosulfan telah disemprotkan dilahan perkebunan kacang-kacangan, pohon dan buah jambu monyet di beberapa desa daerah Kasargod yang dilakukan oleh perusahaan perkebunan di Kerala. Akibatnya penduduk desa di sekitar

perkebunan menderita berbagai macam penyakit dan menderita gangguan kesehatan akibat terpapar pestisida endosulfan. Pada umumnya adalah gangguan terhadap sistem reproduksi perempuan, seperti kanker rahim dan kanker payudara. Ditemukan fakta anak-anak yang dilahirkan mengalami cacat fisik, keterlambatan mental, serta kekebalan tubuh rendah. Selain gangguan terhadap kesehatan, tidak kurang kerusakan yang terjadi pada lingkungan yang berhasil dicatat adalah ditemukan ikan, lebah madu, kodok, dan ternak unggas ayam yang mati.

Sebuah penelitian lain di India memperkirakan bahwa lebih dari 1000 orang pekerja di perkebunan ini telah terpapar pestisida dalam kurun waktu antara agustus hingga desember 2001 dan lebih dari 500 orang berakibat kematian, ternyata lebih dari setengah dari pekerja tersebut adalah perempuan. Penggunaan pestisida besar-besaran di perkebunan produksi kapas di Warangal wilayah Andhra Pradesh, mengakibatkan masyarakat di daerah tersebut pelan-pelan telah terpapar oleh pestisida. Mereka mengeluh mengalami gangguan mual, gangguan usus, sakit dada, sulit bernafas, infeksi kulit, gangguan penglihatan dan gangguan hormonal. Menurut suatu survei yang terbaru, bekas pekerja IRRi mengalami gangguan serius seperti timbul bisul yang abdominal, bronchitis, rapu tulang, radang paru-paru, kencing manis, kelumpuhan, gangguan jantung, radang hati, hipertensi, kegagalan ginjal, Parkinsons, asma dan kanker.

Studi lain yang dilakukan di Amerika, menunjukkan bahwa perempuan yang tinggal di daerah yang penggunaan pestisidanya tinggi, mempunyai resiko 1,9 sampai 2 kali lebih tinggi beresiko melahirkan bayi dalam keadaan cacat, dibandingkan perempuan yang bertempat tinggal di daerah yang tidak menggunakan pestisida (Emmy Lucy, s. Terompet, 1993)

Racun kimia yang terbuat dari klorine dapat menyebabkan Kanker payudara, dan sebuah penelitian Greenpeace menemukan setiap tahun 50.000 perempuan Amerika meninggal dunia karena racun ini. Zat klorine yang umumnya ada pada pestisida seperti Dioksin, PCB dan DDT, senyawa ini mampu lama berakumulasi dalam tubuh manusia dan lingkungan. Pencemaran lingkungan oleh kimia ini berkaitan dengan kemandulan dan pertumbuhan yang tidak seimbang tidak saja pada manusia juga terhadap hewan dan tumbuhan.

Di Indonesia sendiri, menurut data pertanian tahun 2000 menyatakan 50,28% dari total jumlah tenaga kerja di sector pertanian atau sebesar 49,60 juta adalah perempuan, kenyataannya masih sedikit penelitian terhadap tingkat pencemaran yang ditimbulkan oleh pestisida baik itu pada proses pertanian maupun pada produk makanan. Sehingga hanya beberapa kasus keracunan pestisida maupun gangguan yang dialami yang disebabkan dampak pestisida yang terungkap.

Beberapa dari kasus gangguan terpapar pestisida yang ditemukan ternyata sebagian besar penderitanya adalah petani perempuan. Kasus keguguran kehamilan yang dialami oleh salah seorang petani dari Sumatera Barat akibat penggunaan pestisida Dursban yang dicampur dengan Atracol (Terompet No.5,1993), menunjukkan fakta bahwa pestisida sangat berbahaya bagi perempuan terutama bagi kesehatan reproduksinya. Pestisida dapat meracuni embrio bayi dalam kandungan yang sama berbahaya seperti meracuni ibunya, bahkan yang lebih buruk lagi kerusakan dapat terjadi sebelum masa kehamilan. Berdasarkan hasil sebuah studi di universitas Sidney pada tahun 1996 menyatakan bahwa perempuan yang terkena pestisida masa awal kehamilan dapat mengakibatkan cacat pada bayi.

Kasus lain, hasil penelitian yang dilakukan oleh PAN Indonesia terhadap petani perempuan di desa Bukit dan desa Sampun, Berastagi Sumatera Utara, mengenai tingkat keracunan pestisida berdasarkan Indikator kelaziman aktivitas enzim Acetylcholinesterase (Ache) dalam plasma darah, ditemukan bahwa tingkat pencemaran yang terjadi pada petani perempuan tersebut sudah melampaui batas yang ditetapkan oleh WHO (tidak kurang dari 70 % dari aktivitas normal).

G. Zat-zat Kimia yang berbahaya pada sistem reproduksi.

1. Efek Plumbum (Timbal) terhadap infertilitas

Infertilitas merupakan masalah dunia, mengenai sekitar 10% sampai 15% pasangan di dunia. Diantara pasien infertilitas, sekitar 30% hingga 50% adalah pria, oleh karena itu melakukan diagnosis dan tatalaksana untuk infertilitas pada pria merupakan tugas yang penting bagi bidang biomedis (Chen dan Jiang, 2015). Infertilitas telah menjadi tantangan medis yang serius. Sekitar 15% hingga 30% pasangan didiagnosis oleh infertilitas yang belum dapat dijelaskan. Tidak dapat dipungkiri bahwa gaya hidup dan kualitas lingkungan memegang peran penting dalam reproduksi manusia (Rzymiski et al., 2015).

Secara umum, kesuburan reproduksi manusia dapat menurun dengan penurunan kualitas semen dan infertilitas pria. Faktor polutan lingkungan paparan okupasi dan gaya hidup merupakan beberapa kemungkinan penyebab dari penurunan kesuburan. Toksikant yang berpengaruh terhadap sistem reproduksi secara umum dikategorikan dalam produk perminyakan, agrokimia, bahan industri, dan logam berat. Efek dari paparan toksikan terhadap infertilitas pria telah banyak dilaporkan (Wijesekara et al., 2015).

Dua logam berat yang paling berpengaruh terhadap kualitas semen adalah plumbum dan cadmium. Beberapa dekade terakhir kadar plumbum dan cadmium di lingkungan meningkat karena pemakaian berlebihan dari produk gas dan minyak, industri dan rokok (Wijesekara et al., 2015). Plumbum dan cadmium diketahui dapat mengganggu proses spermatogenesis, spermiogenesis, dan steroidogenesis pada testis sebagai bahan kimia yang mempengaruhi glandula pituitari hipotalamus atau merusak secara langsung pada jaringan testis. Paparan dari toksikan menyebabkan ketidakseimbangan pro-oksidan dan antioksidan pada testis yang memicu produksi Reactive Oxygen Spesies (ROS) yang dapat menyebabkan kerusakan testis (Wijesekara et al., 2015).

Daya toksik timbal berpengaruh pada sistem reproduksi hewan dan manusia (Bambang et al., 2002) dan bekerja secara langsung mengenai sel-sel sasaran atau secara tidak langsung melalui organ endokrin tertentu (Lu, 1994). Timbal menyebabkan kelainan pada testis yang bekerja melalui mekanisme pretestiskuler dan testiskuler. Pada tingkat pretestiskuler, timbal yang tertimbun dalam darah melewati sawar darah otak dan mengganggu metabolisme sel-sel saraf melalui penghambatan respirasi mitokondria sel saraf. Hambatan pada tingkat biokimiawi ini menimbulkan gangguan pada poros hipotalamus hipofisis testis (Intani, 2010) sehingga menyebabkan terganggunya sekresi hormon-hormon hipofisis anterior yang penting dalam proses spermatogenesis yaitu FSH dan LH (Murray et al., 2003). Efek toksik timbal pada tingkat testiskuler menekan produksi hormon testosteron yang mempengaruhi proses spermatogenesis (Camin, 1993). Efek toksik timbal pada sistem reproduksi pria juga menyebabkan atrofi testis (Lu, 1994).

Untuk mengetahui adanya gangguan spermatogenesis ditandai dengan terjadinya perubahan jumlah sel-sel spermatogenik dalam tubulus seminiferus (Hidayati, 2000). Pemberian timbal nitrat pada mencit jantan selama 16 hari dengan konsentrasi masing-masing 120 ppm, 360 ppm, 600 ppm, dan 840 ppm menekan proses spermatogenesis secara signifikan yaitu pada fase spermatositogenesis, meiosis, dan spermiogenesis. Timbal juga menekan populasi sel sertoli dan sel leydig serta menurunkan berat testis secara signifikan (Suryatini, 2013). Hasil penelitian Isradji (2011) mendapatkan hasil yang berbeda yaitu pemberian timbal asetat tidak berpengaruh terhadap berat dan volume testis mencit jantan yang diberi perlakuan selama 42 hari dengan konsentrasi 400 ppm, 1000 ppm, dan 2000 ppm. Hal tersebut dikarenakan kerusakan baru terjadi pada tahap awal. Akumulasi timbal asetat belum mencukupi untuk memberikan pengaruh kerusakan tubulus seminiferus secara maksimal.

Menurut Sitorus (2004), timbal mempunyai sifat bioakumulatif dalam tubuh organisme dan akan terus diakumulasi sampai organisme tidak mampu lagi mentolerir kandungan logam berat timbal dalam tubuhnya. Logam berat timbal mempunyai efek racun terhadap gamet dan

dapat menyebabkan cacat kromosom (Sudarmadji et al., 2006). Wanita yang bekerja pada perusahaan tembikar, tempat paparan timbal sangat tinggi, mempunyai resiko keguguran lebih besar, kematian bayi dalam kandungan, dan kelahiran bayi prematur (Sodhi, 2015). Pada laki-laki, timbal dapat menurunkan libido dan menyebabkan morfologi sperma yang abnormal (Panggabean et al., 2008) sehingga mengakibatkan infertilitas (Sembel, 2015). Hasil penelitian De Rosa et al., (2006) mengungkapkan, telah terjadi penurunan motilitas sperma pada penjaga pintu tol yang terpajan timbal selama 6 jam per hari. Hal ini dihubungkan dengan tingginya nitrogen oksida, sulfur oksida, dan timbal di udara pada daerah pintu tol yang dapat menyebabkan methaemoglobin meningkat sehingga menurunkan kualitas sperma.

Hasil penelitian tersebut sejalan dengan Adnan (2001) yang mengungkapkan efek toksik timbal mempengaruhi proses spermatogenesis sehingga mempengaruhi kualitas semen dalam jumlah, morfologi, motilitas, dan bentuk abnormal spermatozoa. Efek lain paparan timbal terhadap sistem reproduksi wanita adalah Pb dapat menembus plasenta sehingga menimbulkan kelainan pada janin. Peningkatan kasus infertil, abortus spontan, gangguan haid, dan bayi lahir mati pada pekerja perempuan yang terpajan Pb telah dilaporkan sejak abad 19, walaupun demikian data mengenai dosis dan efek Pb terhadap fungsi reproduksi wanita sampai sekarang masih sedikit (Laila dan Shofwati, 2013).

2. Efek Alkohol pada sistem reproduksi

Pada sistem reproduksi, alkohol dapat mengubah keseimbangan hormon reproduksi pada individu jantan dan betina. Pada individu jantan alkohol menyebabkan kerusakan jaringan testikuler dan kegagalan sintesis testosteron dan produksi spermatozoa. Penelitian pada laki-laki yang diberi alkohol 220 ml setiap hari selama 4 minggu, akan terjadi penurunan jumlah testosteron setelah 5 hari dari pemberian terakhir. Bila pemberian tersebut dilanjutkan akan menyebabkan feminisasi pada laki-laki, seperti pembesaran kelenjar susu. Alkohol juga menyebabkan perubahan struktur dan gerak tidak normal spermatozoa akibat penghambatan metabolisme vitamin A (Anonim, 2005).

Penggunaan alkohol menyebabkan penurunan aktivitas enzim yang berperan dalam sintesis hormon kelamin jantan. Alkohol dehidrogenase yang berada pada testis, dalam keadaan normal mampu mengubah retinol menjadi retinal, suatu senyawa yang penting untuk spermatogenesis. Alkohol dapat menghambat aktivitas alkohol dehidrogenase untuk membentuk retinal, sehingga proses spermatogenesis terganggu. Alkohol juga menyebabkan kegagalan hipotalamus dan hipofisis untuk mensekresikan GnRH (Gonadotrophine Releasing Hormone), FSH (Follicle Stimulating Hormone), dan LH (Luteinizing Hormone) (Wright, 1991).

Penurunan GnRH akan menurunkan sekresi LH dan FSH. Fungsi FSH sebagai pemelihara proses spermatogenesis melalui sel Sertoli dan LH pada sel Leydig baik dalam pertumbuhan dan fungsinya dalam mensekresi hormon testosteron ikut terganggu karena pengaruh alkohol. Kelambatan pubertas, atrofi testis, disfungsi ereksi, ginekomastia, gangguan spermatogenesis, hingga infertilitas juga dapat terjadi karena pengaruh negatif minuman beralkohol (Ngadji, 2007). Alkohol juga dapat menurunkan berat kelenjar prostat dan kelenjar vesikula seminalis pada manusia dan binatang (Rees, 2005).

Tabel 9.1 Daftar Bahan Beracun Terhadap Sistem Reproduksi/Perkembangan dengan Kemungkinan Terpapar pada Manusia Secara Bermakna*.

(Hooper dkk., Am. J. Ind Med. 22:804, 1992)

Semua asam trans retinoat (302-79-4)	[D]		
Steroid anabolik (- - -)			
Aspirin (50-78-2)		[M]	[F]
(Catatan: Sangat penting untuk tidak menggunakan aspirin pada trimester terakhir kehamilan, kecuali bila memang dokter menganjurkan penggunaannya karena hal ini dapat menyebabkan permasalahan bagi janin atau komplikasi persalinan.)	[D]		[F]
Karbon disulfida (75-15-0)	[D]	[M]	[F]
Karbon monoksida (630-08-0)	[D]		
Chlordecone (Kepone) (143-50-0)	[D]		
Kokain (50-36-2)	[D]	[F]	
Estrogen terkonjugasi (- - -)	[D]		
1,2-Dibromo-3-chloropropane (DBCP) (96-12-8)		[M]	
Dietilstilbestrol (DES) (56-53-1)	[D]		
Dinitrobenzena (25154-54-5)		[M]	
Difenilhidantoin (Phenytoin) (57-41-0)	[D]		
Etil alkohol dalam minuman beralkohol (- - -)	[D]		
Etilen glikol monoetil eter (110-80-5)	[D]	[M]	
Etilen glikol monometil eter (109-86-4)	[D]	[M]	
Etilen oksida (75-21-8)			[F]

Etilen glikol monometil eter (109-86-4)	[D]	[M]	
Etilen oksida (75-21-8)			[F]
Etretinate (54350-48-0)	[D]		
Heksaklorobenzena (118-74-1)	[D]		
Isotretinoin (4759-48-2)	[D]		
Timah hitam (- - -)	[D]	[M]	[F]
Litium karbonat (554-13-2)	[D]		
Merkuri dan senyawa merkuri (- - -)	[D]		
Metil merkuri (- - -)	[D]		
Nikotin (54-11-5)	[D]		
Polychlorinated biphenyls (- - -)	[D]		
Retinol/retinil ester, bila dosis harian melebihi 10.000 IU atau setara dengan 3.000 retinol. (Catatan: Retinol/retinil ester diperlukan dan penting untuk pemeliharaan fungsi reproduksi normal. Kadar harian dalam kehamilan yang dianjurkan adalah 8.000 IU.) (- - -)	[D]		
Ribavirin (36791-04-5)	[D]		
Tetrasiklin hidroklorida (64-75-5)	[D]		
Asap tembakau (utama) (- - -)	[D]	[M]	[F]
Toluena (108-88-3)	[D]		
Warfarin (81-81-2)	[D]		

- * [D] = agens penyebab keracunan perkembangan
- [M] = agens penyebab keracunan terhadap sistem reproduksi pria
- [F] = agens penyebab keracunan terhadap sistem reproduksi wanita
- * [##] = nomor pendaftaran ekstrak bahan kimia

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwisastra A. 1987. Keracunan, Sumber, Bahaya serta Penanggulangannya. Penerbit Angkasa. Bandung.
- Ayu Febri Wulandari. (2011). Biologi Reproduksi. Jakarta : Salemba Medika
- Ganong WF. Perkembangan dan fungsi sistem reproduksi. Dalam: Fisiologi Kedokteran. Edisi 10. Jakarta:EGC;1983.h.360-95
- Kenari. 2010. Dampak Limbah B3.<http://www.kenarimgz.com/category/liputan/> lingkungan. diakses tanggal 15 April 2017.
- Klaasen, Curtis D., Mary O. Amdur, and John Doull. *Toxicology: The Basics science of poisons: Third Edition*. New York: Macmillan Publishing Company, 1986.
- Kurniawidjaja, L. Meily. Toksikologi Industri. Depok, 2009.
- Lu, Frank C. Toksikologi dasar : asas, organ sasaeaan, dan penilaian resiko. Jakarta: Ui press, 1995
- Pallar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Widowati, Wahyu. 2008. Efek Toksik Logam. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Widyastuti, Palupi. 2005. *Bahaya Bahan Kimia pada Kesehatan Manusia dan Lingkungan*. Jakarta : EGC