

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan radiasi telah berkembang pesat dalam memenuhi kebutuhan hidup, salah satunya di bidang kesehatan. Radiasi di bidang kesehatan berperan penting dalam diagnosis penyakit dan pengobatan kanker. Aplikasi teknologi nuklir selain memberikan manfaat yang sangat besar, dapat pula memberikan ancaman bahaya radiasi yang perlu diwaspadai. Pemanfaatan radiasi akan lebih baik jika kerugian yang timbul dapat ditekan serendah mungkin atau dihilangkan sama sekali, sehingga program pemantauan dosis radiasi memegang peranan penting (Akhadi, 2000).

Berdasarkan Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) Nomor 4 Tahun 2013, keselamatan radiasi adalah tindakan yang dilakukan untuk melindungi pekerja, anggota masyarakat, dan lingkungan hidup dari bahaya radiasi. Proteksi radiasi dilakukan untuk mengurangi pengaruh radiasi yang merusak akibat paparan radiasi, menjadi suatu keharusan untuk mewujudkan keselamatan radiasi. Nilai Batas Dosis (NBD) untuk pekerja radiasi tidak boleh melampaui 20 mSv (*millisievert*) per tahun rata-rata selama 5 tahun berturut-turut dan 50 mSv dalam 1 tahun tertentu, sedangkan NBD untuk anggota masyarakat tidak boleh melampaui 1 mSv dalam 1 tahun.

Setiap pekerja radiasi wajib memenuhi persyaratan keselamatan radiasi agar paparan radiasi persion dapat dikontrol dan tidak melampaui NBD. Pemantauan dosis dilakukan secara kontinu menggunakan dosimeter yang telah

dirumuskan melalui *International Electrotechnical Commission* (IEC) dan *International Organization for Standardization* (ISO) untuk persyaratan standar Internasional sebagai dosimeter yang diberlakukan dalam proteksi radiasi (Sofyan, 2012).

Penelitian tentang analisis laju dosis radiasi yang diterima radioterapis menggunakan *Pocket Dosemeter, Thermoluminescence Dosemeter Badge* (TLD Badge), dan TLD-100 telah dilakukan oleh Utari (2014). Penelitian dilakukan di Instalasi radioterapi RSUP DR. M. Djamil Padang dengan hasil bahwa laju dosis radiasi yang diterima radioterapis adalah sebesar 3,4 mSv per tahun. Laju dosis radiasi tersebut masih berada di bawah NBD yang ditetapkan Perka BAPETEN Nomor 4 Tahun 2013.

Pada saat radiasi mengenai pekerja radiasi, akan terjadi interaksi antara radiasi dengan bahan biologis yang diawali dengan tahapan fisik, tahapan fisikokimia, tahapan kimia dan biologi, dan diakhiri dengan tahapan biologis. Pada tahapan fisik, terjadi eksitasi dan ionisasi pada molekul atau atom penyusun bahan biologi, dilanjutkan dengan terbentuknya radikal bebas yang tidak stabil pada tahap fisikokimia. Radikal bebas bereaksi dengan peroksida yang mengakibatkan kerusakan molekul-molekul sel pada tahapan kimia dan biologi. Pada tahapan biologis terjadi tanggapan biologis berupa kematian sel yang dapat meluas ke skala jaringan, organ hingga mengakibatkan kematian (Akhadi, 2000).

Salah satu bentuk kerusakan molekul sel oleh paparan radiasi adalah kerusakan pada *Deoxyribonucleic Acid* (DNA). DNA merupakan molekul polimer nukleotida tak bercabang yang berfungsi untuk menyimpan informasi genetik.

Interaksi radiasi pengion dalam sel dapat menginduksi sejumlah besar jenis kerusakan molekuler dalam DNA seperti *Single Strand Breaks* (SSB), *Double Strand Breaks* (DSB), berbagai jenis kerusakan basa dan ikat silang (*Cross-Links*) DNA-protein (Lusiyanti dan Syaifudin, 2008). Kerusakan pada DNA tersebut dapat dilihat melalui sel limfosit. Limfosit merupakan salah satu sel mamalia yang paling sensitif terhadap radiasi karena secara terus menerus melakukan regenerasi, sehingga mudah mengalami kerusakan DNA. Sel limfosit rentan terhadap kerusakan DNA, bahkan pada dosis rendah (0,02 – 0,1) Gy respon sel limfosit sudah dapat terdeteksi (IAEA, 1997).

Kerusakan molekuler sel tersebut dapat diamati melalui ekspresi penanda biologis (*biomarker*). *Biomarker* merupakan materi biologi yang dapat dijadikan sebagai alat untuk mengidentifikasi risiko kesehatan dari pengaruh lingkungan seperti radiasi alam ataupun dari radiasi buatan. Kerusakan DNA pada dasarnya dapat dipelajari menggunakan berbagai metode, seperti pengamatan jumlah foci  $\gamma$ -H2AX yang mengatur respon terhadap kerusakan DNA, analisis aberasi kromosom yang mengkaji dosis radiasi jika seseorang terkena paparan radiasi, analisis mikronuklei yang mengindikasikan kerusakan struktural kromosom akibat paparan radiasi dan *Comet Assay* yang menganalisis ukuran citra komet sebagai parameter kerusakan DNA akibat paparan radiasi (Kurnia dan Lusiyanti, 2015).

Metode *comet assay* adalah teknik mikrodosimetri cepat dan sensitif yang cocok untuk biomonitoring manusia, terutama dalam kasus-kasus paparan terkait dengan radiasi pengion. Pada proses uji komet, DNA yang mengalami kerusakan akan bermuatan negatif selama proses elektroforesis. DNA yang rusak akan

terlepas kemudian bermigrasi menuju kutub positif. Migrasi tersebut akan membentuk ekor komet, sedangkan daerah yang tidak mengalami kerusakan akan membentuk kepala komet. Ukuran citra komet tersebut merupakan parameter kerusakan DNA akibat paparan radiasi (Ramadhani dkk, 2016).

Darlina, dkk (2018) melakukan penelitian tentang evaluasi hubungan dosis radiasi terhadap kerusakan DNA sel limfosit dengan menggunakan tes komet. Sel limfosit diperoleh dari sampel darah dua orang pria dengan usia 32 tahun dan 52 tahun. Sampel darah diradiasi dengan sinar gamma dari sumber Cobalt-60 dengan dosis 2, 4, 6, dan 8 Gy. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin besar dosis paparan radiasi semakin besar nilai parameter kerusakan DNA.

Pentingnya pengontrolan dosis radiasi yang dikhususkan pada radiografer melatarbelakangi penelitian yang dilakukan di RST Dr. Reksodiwiryo Padang. Analisis laju dosis radiasi dilakukan untuk mengevaluasi dosis radiasi sesuai Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 4 Tahun 2013. Evaluasi hubungan dosis radiasi dan kerusakan DNA sel limfosit sangat penting dilakukan karena sekecil apapun radiasi yang diterima akan berdampak terhadap tubuh.

Kerusakan DNA diuji menggunakan metode *comet assay* yang dapat mengetahui dampak paparan radiasi terhadap sel limfosit. Pada metode *comet assay* sel limfosit dapat langsung diteliti setelah diisolasi, sedangkan pada metode lain membutuhkan waktu 48 jam sampai 72 jam untuk proses kultur limfosit. Kelebihan lain dari metode *comet assay* adalah dapat menganalisis dua kerusakan pada rantai DNA yaitu kerusakan SSB menggunakan metode alkali dan kerusakan DSB menggunakan metode netral.

## 1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian yaitu mengetahui kesesuaian laju dosis radiasi yang diterima radiografer berdasarkan NBD yang ditetapkan Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 4 Tahun 2013 dan mengetahui hubungan laju dosis radiasi terhadap kerusakan DNA sel limfosit dengan metode *comet assay*. Manfaat penelitian adalah untuk mengoptimalkan proteksi radiasi terhadap radiografer di RST Dr. Reksodiwiryo Padang.

## 1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Penelitian dilakukan terhadap 3 orang radiografer di Instalasi Radiologi RST Dr. Reksodiwiryo Kota Padang. Penelitian dibatasi pada pengukuran dosis radiasi menggunakan *Film Badge*, menganalisis laju dosis radiasi berdasarkan NBD yang ditetapkan Perka BAPETEN No 4 Tahun 2013, dan mengetahui dampak paparan radiasi terhadap kerusakan DNA sel limfosit menggunakan metode *comet assay*.

