



Peranan Sekuen *Diffusion Weighted Imaging* (DWI) Pada Pemeriksaan MRI *Soft Tissue* Leher Kasus Kanker Nasofaring (Studi Literatur)

Zefanya G. Pandelaki¹, Annila Suryo Saputro², Ni Putu Rita Jeniyanthi³

Akademi Teknik Radiodiagnostik Dan Radioterapi Bali

Alamat: Jalan Tukad Batanghari VII No. 21, Dauh Puri Klod, Denpasar Selatan, Dauh Puri Klod, Denpasar Barat, Denpasar City, Bali 80225; Telepon: (0361) 8959881

Korespondensi penulis : zefanyapandelaki@gmail.com

ABSTRACT

The aim of this research is to determine the role of the Diffusion Weighted Imaging (DWI) sequence in Soft Tissue MRI examinations of the neck in cases of nasopharyngeal cancer and to determine the advantages of using the Diffusion Weighted Imaging (DWI) sequence in MRI Soft Tissue examinations of the neck in cases of nasopharyngeal cancer. The research method used was a descriptive qualitative research method with a literature study method. The results of the literature review research showed: 1) Nasopharyngeal cancer, especially squamous cell carcinoma, can be treated with radiation therapy where treatment failure is still a serious problem, especially in advanced cases. DWI and ADC are imaging methods that utilize the movement of water inside. DWI provides additional information regarding response to treatment in hard-to-reach cases of nasopharyngeal cancer. plays an important role in detection, evaluation of response to treatment, and early monitoring of chemoradiotherapy therapy. DWI also provides information that helps distinguish between tissue experiencing post-RTH fibrosis and areas that may contain active cancer cells. DWI and ADC are also useful in tumor staging, delineation of target volumes, and detection of tumor recurrence. Elevated ADC may be indicative of a favorable response to therapy, whereas low pretreatment ADC values may predict a favorable response. In the diagnosis of nasopharyngeal cancer, DWI and ADC also help differentiate squamous cell carcinoma subtypes, predict response to chemoradiation therapy, and determine the appropriate time for alternative treatment regimens. 2) DWI and ADC provide advantages in the diagnosis and monitoring of nasopharyngeal cancer. DWI can image restrictions on water diffusion within tissue, helping to detect areas of high cell density associated with tumors. Its advantages include sensitivity to microenvironmental changes and the ability to early identify recurrence or secondary cancer post-radiation therapy.

Keywords: *The Role of Diffusion Weighted Imaging Sequences, MRI Soft Tissue Neck Examination, Nasopharyngeal Cancer Cases*

ABSTRAK

Tujuan Penelitian ini adalah Untuk mengetahui peranan sekuen Diffusion Weighted Imaging (DWI) pada pemeriksaan MRI Soft Tissue leher kasus kanker nasofaring dan Untuk mengetahui kelebihan penggunaan sekuen sekuen Diffusion Weighted Imaging (DWI) pada pemeriksaan MRI Soft Tissue leher kasus kanker nasofaring. Metode penelitian yang digunakan metode penelitian kualitatif deskriptif dengan metode studi literatur. Hasil penelitian literatur review menunjukkan : 1) Kanker nasofaring, terutama karsinoma sel skuamosa, dapat diobati dengan terapi radiasi dimana kegagalan pengobatan masih menjadi masalah serius terutama pada kasus lanjut. DWI dan ADC merupakan metode pencitraan yang memanfaatkan pergerakan air di dalam. DWI memberikan informasi tambahan mengenai respons terhadap pengobatan pada kasus kanker nasofaring yang sulit dijangkau. memainkan peran penting dalam deteksi, evaluasi respons terhadap pengobatan, dan pemantauan awal terhadap terapi kemoradioterapi. DWI juga memberikan informasi yang membantu membedakan antara jaringan yang mengalami fibrosis pasca-RTH dan area yang mungkin mengandung sel kanker aktif. DWI dan ADC juga bermanfaat dalam penentuan stadium tumor, penggambaran target volume, dan deteksi kambuhnya tumor. Peningkatan ADC dapat menjadi petunjuk respons yang baik terhadap terapi, sedangkan nilai ADC pra-pengobatan yang rendah dapat meramalkan respons yang menguntungkan. Dalam diagnose kanker nasofaring, DWI dan ADC juga membantu membedakan sub tipe karsinoma sel skuamosa, meramalkan respons terhadap terapi kemoradiasi, dan menentukan waktu yang tepat untuk regimen pengobatan alternatif. 2) DWI dan ADC memberikan keunggulan dalam diagnosis dan pemantauan kanker nasofaring. DWI dapat menggambarkan pembatasan difusi air di dalam jaringan, membantu mendeteksi area dengan kepadatan sel tinggi yang terkait dengan tumor. Kelebihannya termasuk sensitivitas terhadap perubahan mikroenvironmental dan kemampuan identifikasi dini rekurensi atau kanker sekunder pasca-terapi radiasi.

Kata kunci : *Peranan Sekuen Diffusion Weighted Imaging, Pemeriksaan MRI Soft Tissue Leher, Kasus Kanker Nasofaring*

PENDAHULUAN

Nasofaring merupakan sebagian dari faring yang menghubungkan kavitas hidung dan telinga tengah melalui konka nasalis dan tabung pendengaran. Peran utama nasofaring sangat terkait dengan fungsi pernapasan. Nasofaring terletak di belakang rongga hidung dan di atas langit-langit lunak, nasofaring memiliki ukuran diameter *anteroposterior* sekitar 2-4 cm dan tinggi sekitar 4 cm¹. Sebagian besar sel kanker nasofaring berasal dari fosa Rosenmuller, yang terhubung ke banyak organ termasuk tuba eustachius, otot levator veli palatina, ruang *retropharyngeal*, *foramen lacer*, ujung petrosa, *foramen ovale*, otot tensor veli palatina, ruang faring, dan otot konstriktor superior²

Karsinoma, yang juga dikenal sebagai kanker, merupakan penyakit ganas yang timbul karena pertumbuhan sel-sel yang tidak normal dalam tubuh³. Karsinoma nasofaring adalah jenis kanker yang mengenai bagian tenggorokan yang disebut nasofaring, yang menghubungkan dengan hidung⁴. Karsinoma nasofaring merupakan kanker yang tumbuh di daerah di atas leher dan di belakang hidung, yang dikenal sebagai nasofaring. Jenis kanker ini umumnya terdiri dari sel skuamosa. Fossa Rosen-Muller menjadi tempat utama asal sebagian besar sel kanker ini¹.

Nasopharynx carcinoma (NPC) atau kanker nasofaring (KNF) memiliki pola distribusi yang berbeda dibandingkan dengan keganasan lainnya. Pada tahun 2018 tercatat 129.000 kejadian kasus baru NPC tercatat di seluruh dunia dengan 73.000 kematian⁵. Provinsi Guangdong di bagian selatan Cina memiliki tingkat kejadian tertinggi di dunia, mencapai 20 hingga 40 kasus per 100.000 penduduk, bergantung pada wilayahnya. Di Indonesia terdapat sekitar 6,2 angka kejadian per 100.000 penduduk, setara dengan sekitar 12.000 kasus baru setiap tahun⁶. *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) adalah teknik diagnostik yang memiliki peran penting dalam menghasilkan visualisasi organ dan jaringan lunak tanpa memerlukan tindakan invasif. Kemampuannya untuk mengidentifikasi struktur jaringan lunak dengan akurasi tinggi menjadikan MRI pilihan yang tepat untuk diagnosa. Dalam beberapa kasus yang berkaitan dengan pembentukan massa atau kanker MRI sering digunakan untuk mengevaluasi tahap awal perkembangannya⁷.

Urutan sekuen adalah teknik pengukuran yang digunakan untuk mendapatkan gambar MRI. Ini berisi instruksi dari *hardware* (pulsa RF, pulsa gradien dan pengaturan waktu) yang diperlukan untuk memperoleh data dengan cara yang diinginkan. Setiap parameter pemeriksaan memiliki urutan sekuen yang berbeda pula. Pada umumnya selama pengukuran parameter sekuens dipilih secara langsung oleh radiografer. Setiap sekuen memiliki fungsi dan

kegunaannya masing-masing. Penentuan parameter dan sekuen yang baik dapat berdampak pada hasil diagnosa yang baik pada suatu organ atau kelainan patologi tertentu⁸.

Dalam pemeriksaan MRI leher, *Moeller* merekomendasikan penggunaan urutan gambaran (*sequence*) seperti *coronal T2 weighted* dengan *fat saturation*, *axial T2 weighted*, *axial T1 weighted*, dan *sagittal T2 weighted*. Selain itu, untuk pemeriksaan setelah pemberian kontras gadolinium direkomendasikan penggunaan *axial T1 weighted* dan *coronal T1 weighted*⁹. Sedangkan menurut *Burghart* mencakup *coronal STIR fast spin echo (FSE)*, *axial T1 FSE* dan *axial T2 FSE* pada fase *pre contrast*, sedangkan sekuen yang digunakan pada fase *post contrast* yaitu *axial 3D SPGR fat sat* dan *sagittal 3D SPGR fat sat*¹⁰.

Sementara itu, menurut *Elmaoğlu* protokol rutin dalam MRI leher mencakup *three plane localizer*, *sagittal STIR*, *axial T2*, *axial T1*, *coronal T2* atau *coronal T2 fat sat/STIR* pada fase *pre contrast*. Pada fase *post contrast* mencakup *axial T1*, *axial T1 fat sat*, *coronal T1 fat sat* dan *sagittal T1*¹¹.

Diffusion Weighted Imaging (DWI) merupakan sekuen yang dapat mengidentifikasi struktur bobot difusi dalam jaringan yang termasuk pembobotan spin echo (SE). Pada gambaran DWI daerah-daerah di jaringan yang memiliki batasan atau hambatan dalam gerakan difusi akan menghasilkan sinyal intensitas tinggi dalam gambar. DWI dapat mengidentifikasi daerah-daerah dalam jaringan yang memiliki hambatan terhadap gerakan difusi karena daerah ini menunjukkan intensitas yang lebih tinggi dalam gambar DWI¹².

Pada beberapa kasus terbaru melaporkan dimana DWI sangat berperan untuk membedakan antara efek iradiasi dan tumor berulang. DWI juga mungkin merupakan teknik pencitraan terbaik untuk penentuan stadium nodal dan ada tidaknya nodus metastasis jauh di daerah kepala dan leher, serta mampu membedakan secara akurat kelenjar getah bening jinak dan ganas¹³. Saat ini, penerapan DWI sangat meningkat untuk evaluasi pasien kanker ataupun tumor yang terdeteksi¹⁴.

Berdasarkan paparan di atas maka penulis tertarik penggunaan dan peranan sekuen DWI pada pemeriksaan MRI leher dan membahasnya lebih dalam yang bentuk kajian Pustaka dan berbentuk studi literatur dengan judul “Pernan Sekuen *Diffusion Weighted Imaging (DWI)* Pad Pemeriksaan MRI *Soft Tissue* Leher Kasus Kanker Nasofaring”

TINJAUAN PUSTAKA

Anatomi Soft tissue

Soft tissue leher adalah organ yang terletak di belakang tenggorokan, berada di antara rongga hidung dan rongga orofaring. Tugas utama faring adalah mengalirkan makanan ke kerongkongan dan udara ke laring, trakea, serta arteri pulmonalis¹. Faring dibagi menjadi tiga bagian: nasofaring, orofaring, dan laringofaring. Nasofaring merupakan segmen faring yang berhubungan dengan hidung dan telinga tengah. Orofaring menghubungkan bagian atas dan bawah faring, serta terhubung dengan rongga mulut. Laringofaring adalah saluran yang menghubungkan faring dengan laring¹⁵

Patologi Kanker Nasofaring

Karsinoma Nasofaring (KNF) adalah bentuk kanker yang muncul di daerah nasofaring, yakni bagian atas leher dan di belakang hidung. Biasanya, jenis kanker ini awalnya muncul sebagai karsinoma sel skuamosa. *Nasopharyngeal Carcinoma* (NPC) merupakan tipe tumor epitel yang umumnya berasal dari area faring lateral dan memiliki karakteristik epidemiologi yang kompleks. Meskipun kanker nasofaring bisa terjadi pada semua usia, namun paling sering diidentifikasi pada individu yang berusia antara 30 hingga 50 tahun.³⁴

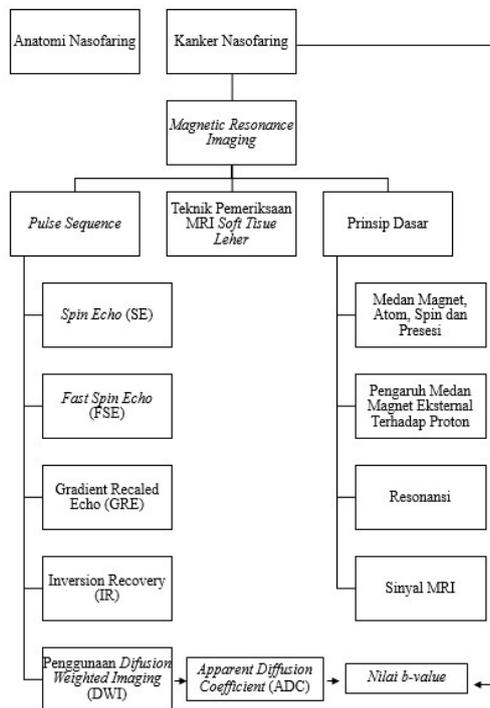
Magnetic Resonance Imaging (MRI)

Magnetic Resonance Imaging (MRI) adalah teknik diagnostik yang berguna untuk visualisasi organ dan struktur jaringan lunak secara non-invasif. Kemampuan untuk menilai integritas struktural jaringan sangat baik membuat MRI cocok untuk pencitraan saraf, jaringan lunak dan sistem muskuloskeletal di mana MRI paling banyak digunakan pada kasus massa untuk mendeteksi awal perkembangannya. Dalam banyak, kasus dokter menyarankan MRI untuk mengkarakterisasi jaringan lunak dan lesi atau massa pada tulang maupun jaringan. MRI sangat baik dalam menentukan komposisi jaringan patologis pada suatu kelainan. Keuntungan utama MRI adalah kemampuannya untuk menghasilkan citra berkualitas tinggi dengan kontras jaringan lunak yang sangat baik tanpa menggunakan radiasi pengion. Magnet menghasilkan gambar berdasarkan sifat magnetik jaringan yang spesifik dan unik, yang digerakkan oleh sifat putaran molekul hidrogen⁷.

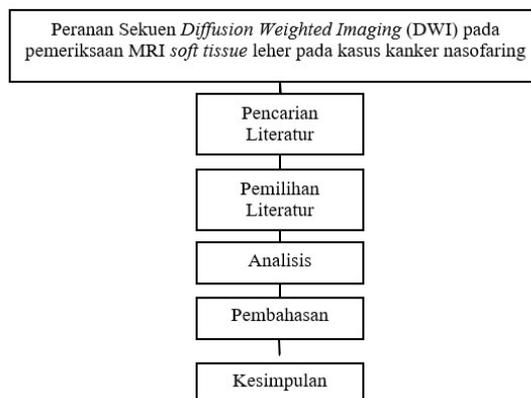
Sekuen Susceptibility Weighted Imaging (DWI)

Pencitraan DWI merupakan suatu urutan dalam pencitraan resonansi magnetik (MRI) yang digunakan untuk mendeteksi struktur jaringan dengan bukti adanya pergerakan molekul air

dalam jaringan tersebut. Informasi tentang pergerakan molekul air, yang disebut difusi, dapat diambil dari gambaran ini. Teknik ini menjadi lebih efektif dengan menggabungkan dua pulsa gradien yang diterapkan setelah proses eksitasi sinyal. Pulsa gradien ini saling memengaruhi rotasi molekul air yang diam (retriksi), namun tidak memengaruhi pergerakan molekul air dalam jaringan normal. Akibatnya, sinyal dari jaringan normal mengalami penurunan pada gambaran difusi karena adanya pergerakan acak molekul air. Hal ini menyebabkan jaringan normal tampak lebih gelap dalam gambaran difusi. Namun, pada daerah di mana pergerakan molekul air dibatasi, sinyal dengan intensitas tinggi akan terlihat²¹.



Bagan1 Kerangka Teori



Bagan 2 Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan rancangan metode penelitian studi literatur review (SLR), penulis berhasil mengidentifikasi 6 jurnal yang saling terkait dan relevan. Jurnal-jurnal ini secara khusus membahas tentang teknik pemeriksaan MRI Soft Tissue Leher pada kasus Karsinoma Nasofaring. Informasi lebih lanjut mengenai jurnal-jurnal tersebut dapat ditemukan dalam tabel 1 yang terlampir.

Tabel 1 Daftar Artikel Peneliti

No	Judul Artikel	Penulis	Publisher
1	“ <i>Head & Neck MRI with DWI for the Detection of Posttreatment</i> ” tahun 2018.	A. Ailianou, P. Mundada, T. De Perrot, M. Pusztaszieri, A. Poletti, dan M. Becker	American Journal of Neuroradiology
2	“ <i>Role of DW-MRI and ADC value in monitoring therapy of head and neck squamous cell carcinoma</i> ” tahun 2018.	Saied, Hosny Ghany, A Fayez, dan Manal dengan judul	The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine
3	“ <i>Diffusion weighted magnetic resonance imaging of pre and post treatment nasopharyngeal carcinoma</i> ” tahun 2019.	Nir Hirshorena, Shiri Damtia, dan Jeffrey M. Weinbergera dengan judul	Surgical Oncology
4	“ <i>Apparent diffusion coefficient measurements in the differentiation between benign and malignant neck masses</i> ” tahun 2014.	Salem Faten dan Elshafey Rasha	The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine
5	“ <i>Diffusion weighted magnetic resonance imaging for early response assessment of chemoradiotherapy in patients with nasopharyngeal carcinoma</i> ” tahun 2014.	Yun Bin Chen, Xiangyi Liu, Dechun Zheng, Luying Xu, Liang Hong, Yun Xu, Jianji Pan.	Magnetic Resonance Imaging

Tabel 2 Ekstraksi Data Hasil Penelitian

No	Judul Penelitian, Nama Peneliti dan Tahun	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	“ <i>Head & Neck MRI with DWI for the Detection of Posttreatment</i> ” yang ditulis oleh A.Ailianou, P. Mundada, T. De Perrot, M.Pusztaszieri, A.Poletti, dan M.Becker tahun 2018.	Penelitian ini bertujuan untuk mengklarifikasi kriteria diagnostik dalam deteksi kembali dan kanker sel skuamosa primer kedua pada kepala dan leher setelah pengobatan, khususnya menggunakan gambaran intensitas sinyal pada T2 dan T1 dengan kontras bersama dengan teknik DWI yang dikombinasikan	Penelitian ini menganalisis hasil pemeriksaan MRI 1.5T pada 100 pasien secara consecutive yang telah menjalani terapi radiasi dengan atau tanpa operasi tambahan untuk kanker sel skuamosa kepala dan leher. Pemeriksaan MRI mencakup urutan morfologis dan DWI dengan b-value 0 dan 1000 s/mm ² . Dua pembaca berpengalaman, yang tidak mengetahui data klinis/histologis/tindak lanjut, mengevaluasi gambar sesuai dengan	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kriteria MRI yang tepat dapat membedakan antara tumor kanker sel skuamosa kepala dan leher yang kambuh dengan lesi pasca-radiasi. DWIMRI dengan ADC mean lebih rendah dari 1.22 dengan nilai 103 mm ² /s dimana kriteria MRI yang tepat memiliki sensitivitas, spesifisitas, nilai prediktif positif dan negatif yang tinggi. Nilai ADC mean pada tumor kanker sel skuamosa kepala dan

			<p>kriteria yang jelas untuk diagnosis kanker sel skuamosa kepala dan leher yang kambuh atau muncul setelah pengobatan, inflamasi edema pasca-radiasi, dan fibrosis akhir. Analisis DWI melibatkan evaluasi kualitatif (visual) dan kuantitatif dengan ambang batas ADC.</p>	<p>leher yang kambuh lebih rendah dibandingkan dengan edema inflamasi pasca-radiasi, tetapi serupa dengan fibrosis akhir.</p>
2	<p><i>“The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine Role of DW-MRI and ADC value in monitoring therapy of head and neck squamous cell carcinoma”</i> Artikel yang ditulis oleh Saied, Hosny Ghany, A.Fayez, dan Manal tahun 2018.</p>	<p>Menilai peran DWI pada pemeriksaan MRI dan nilai ADC dalam pemantauan terapi karsinoma sel skuamosa kepala dan leher atau <i>head and neck squamous cell carcinoma</i> (HNSCC).</p>	<p>Empat puluh pasien dengan karsinoma sel skuamosa kepala dan leher, berusia antara 40 hingga 68 tahun, dengan 30 pasien laki-laki dan 10 pasien perempuan. Pemeriksaan pra-pengobatan mencakup CT dengan kontras, biopsi endoskopik, dan studi MRI. DW-MRI pra-pengobatan dilakukan sebanyak tiga kali: pertama kali dalam 10 hari sebelum pengobatan (ADC1), kedua dalam 3 minggu setelah memulai pengobatan (ADC2), dan ketiga setelah 6-8 minggu dari akhir pengobatan.</p>	<p>Perubahan signifikan antara nilai ADC rata-rata dari 40 lesi primer dan 22 kelenjar getah bening metastatik tercatat pada ADC1 dan ADC2, menunjukkan kemampuan tinggi DW-MRI dalam mendeteksi perubahan awal setelah memulai pengobatan. Hubungan antara nilai ADC pra-pengobatan dan prediksi respons awal terhadap pengobatan mengungkapkan sensitivitas 76,9%, spesifisitas 71,4%, PPV 83,3%, dan NPV 62,5%. Kurva ROC untuk perubahan nilai ADC fraksional (ADC2 - ADC1) dari 40 lesi tumor primer memberikan akurasi diskriminatif terbaik dalam membedakan antara responden dan non-responden dengan sensitivitas 92,3%, spesifisitas 85,7%, PPV 92,9%, dan NPV 85,7%.</p>
3	<p><i>“Diffusion weighted magnetic resonance imaging of pre and post treatment nasopharyngeal carcinoma”</i> Artikel yang ditulis oleh Nir</p>	<p>Menilai kegunaan berbagai nilai <i>Apparent Diffusion Coefficient</i> (ADC) pada <i>Diffused Magnetic Resonance Imaging</i></p>	<p>Kelompok studi terdiri dari pasien dengan NPC yang terbukti patologi dan menjalani DW-MRI sebelum dan/atau setelah pengobatan kemo radiasi non-bedah antara tahun</p>	<p>ADC rata-rata NPC sebelum pengobatan ($0,69 \pm 0,13 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$) secara signifikan lebih rendah (ANOVA, $P < 0,001$) dibandingkan</p>

PERANAN SEKUEN DIFFUSION WEIGHTED IMAGING (DWI) PADA PEMERIKSAAN MRI SOFT TISSUE LEHER KASUS KANKER NASOFARING (STUDI LITERATUR)

	<p>Hirshorena, Shiri Damtia, dan Jeffrey M. Weinberger tahun 2019.</p>	<p>(DW-MRI) untuk karsinoma nasofaring (NPC).</p>	<p>2007 dan 2017. Ambang batas ADC dianalisis dan dibandingkan untuk kasus NPC primer (pra-pengobatan) dan setelah radiasi yang diharapkan serta kelompok kontrol sehat. 144 pasien yang menjalani 195 MRI untuk NPC. Sebanyak 25 DW-MRI dilakukan sebelum pengobatan (NPC primer, aktif) dan 56 setelah pengobatan (tanpa sisa NPC). Sebanyak 45 dari 225 pasien yang menjalani DW-MRI otak untuk alasan lain (kelompok kontrol) memiliki jaringan nasofaring yang dapat diukur (N=33, disesuaikan untuk usia dan jenis kelamin).</p>	<p>dengan ADC rata-rata kelompok kontrol yang disesuaikan ($1,11 \pm 0,25 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$) dan kelompok pasca-pengobatan ($1,49 \pm 0,28 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$). Ambang batas ADC sebesar $0,805 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ memiliki tingkat sensitivitas dan spesifisitas 94% dan 93,9%, masing-masing, dan rasio odds sebesar 175 [95% CI (23,25–1000)], membandingkan tingkat ADC pasien NPC pra-pengobatan dan kelompok kontrol yang disesuaikan. Ambang batas ADC sebesar $0,965 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ memberikan nilai positif dan negatif yang diantisipasi 100%, membedakan pasien NPC pra-pengobatan dan pasca-pengobatan (bebas penyakit). Tidak ada hubungan statistik antara tingkat ADC dan volume/stadium tumor dan stadium nodal</p>
<p>4</p>	<p>“<i>Apparent diffusion coefficient measurements in the differentiation between benign and malignant neck masses</i>” Artikel yang ditulis oleh Salem Faten dan Elshafey Rasha tahun 2014.</p>	<p>Menilai peran pengukuran nilai <i>Apparent Diffusion Coefficient</i> (ADC) dalam membedakan antara massa leher yang bersifat jinak dan ganas</p>	<p>Dari April 2011 hingga Februari 2013, dilakukan studi prospektif terhadap 30 pasien (17 laki-laki dan 13 perempuan) dengan rata-rata usia $43,3 \pm 6$ tahun. Pasien dikumpulkan dari ruang rawat dan klinik Departemen Bedah Umum dan THT (Telinga, Hidung, Tenggorokan), yang mengeluhkan adanya massa di leher. Dilakukan MRI, Diffusion-Weighted</p>	<p>Studi ini melibatkan 30 pasien dengan berbagai jenis massa leher, termasuk limfadenopati (n=15) (11 sebagai entitas tunggal, 4 terkait dengan entitas lain), pembengkakan tiroid fokal (n=5), massa kelenjar ludah (n=3) (parotitis 1 kasus, karsinoma parotis 2 kasus), massa nasofaring (n=5), massa orofaring (n=2), angina Ludwig (n=2),</p>

			Imaging (b nilai 0, 100, 500, dan 1000 s/mm), serta perhitungan nilai ADC, dan hasilnya dikorelasikan dengan hasil histopatologi dan/atau pemantauan lanjutan.	dan massa laring (n=2). Rata-rata ADC dari massa leher yang ganas adalah $(0,699 + 0,267 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s})$, sementara massa yang bersifat jinak adalah $(1,879 + 0,751 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s})$.
5	<p><i>“Diffusion weighted magnetic resonance imaging for early response assessment of chemoradiotherapy in patients with nasopharyngeal carcinoma”</i></p> <p>Artikel yang ditulis oleh Yun Bin Chen, Xiangyi Liu, Dechun Zheng, Luying Xu, Liang Hong, Yun Xu, Jianji Pan. Tahun 2014</p>	<p>Untuk menilai evaluasi prospektif kelayakan penggunaan gambaran resonansi magnetik dengan bobot difusi (DWI) untuk memantau respons pengobatan awal terhadap kemoradioterapi (CRT) karsinoma nasofaring atau <i>Nasopharyngeal Carcinoma</i> (NPC).</p>	<p>Tiga puluh satu pasien dengan NPC stadium III dan IV diikutsertakan dalam penelitian ini dari Februari 2012 hingga November 2012. Sequences T2-weighted dan DWI dengan b value difusi 0 dan $800 \text{ mm}^2/\text{s}$ dilakukan menggunakan pemindai Philips Achieva TX 3.0 T pada pasien 20 hari (setelah siklus pertama kemoterapi), 50 hari (6 hari setelah inisiasi radioterapi) setelah inisiasi kemoterapi neoadjuvan (NAC). Diameter setiap lesi primer dan nodus limfe metastatik target sebelum dan setelah siklus pertama NAC diukur dan diklasifikasikan sebagai penyakit stabil, respons parsial atau respons lengkap berdasarkan RECIST Nilai (ADC) dan perubahan dibandingkan dengan baseline pada setiap titik waktu dibandingkan antara responden dan non responden. Tingkat sisa pada akhir CRT dibandingkan antara kedua kelompok ini.</p>	<p>Peningkatan yang signifikan pada ADC diamati pada setiap tahap terapi ($P=.001$) pada lesi primer dan metastatik. Nilai ADC (ADC), perubahan ADC (ΔADC), dan persentase perubahan ADC ($\Delta\%\text{ADC}$) pada hari ke-20 pada responden secara signifikan lebih tinggi daripada pada non-responden baik untuk lesi primer ($p=.005$, $p=.006$, $p=.008$, masing-masing) maupun nodus limfe metastatik ($p=.002$, $p=.002$, $p=.003$). Non-responden menunjukkan tingkat sisa yang lebih tinggi baik untuk lesi primer ($p=.008$) maupun nodus limfe metastatik ($p=.024$)</p>

Tabel 3 Parameter Sekuen DWI

Parameter	A. Ailianou dkk 2018.	Saied dkk (2018)	Nir Hirshorena dkk (2019)	Salem Faten dkk (2014)	Yun Bin Chen dkk (2014)
TR (ms)	3200	4000	4000	12000	6600
TE (ms)	86	90	78	95	70
Fov (cm)	23 × 23	25 × 25	49 × 23	24 × 24	24 × 24
Matrix (mm)	128 × 128	512 × 256	96 × 96	128 × 256	108 × 198
Slice Thicknes (mm)	4	4	4	5	5

Tabel 4. Peranan Sekuen DWI

No	Jurnal	Peranan Sekuen DWI
1	A. Ailianou dkk 2018.	<i>Diffusion-Weighted Imaging (DWI)</i> memiliki peran penting dalam studi terkait deteksi kanker kepala dan leher atau <i>head and neck squamous cell carcinoma (HNSCC)</i> pasca radioterapi/ <i>radiation therapy (RTH)</i> . DWI menggunakan perbedaan pergerakan air di dalam jaringan sebagai dasar pembentukan citra, dan dalam konteks ini, digunakan untuk membedakan antara tumor yang kembali muncul dan perubahan jaringan pasca RTH. Studi-studi yang disebutkan menunjukkan bahwa nilai ADC mean yang rendah terkait dengan kepadatan sel yang tinggi pada tumor yang kembali muncul, sementara nilai ADC mean yang tinggi dapat terkait dengan perubahan jaringan pasca RTH seperti edema inflamasi, nekrosis, dan fibrosis. Pentingnya DWI dalam hal ini ditekankan oleh kesulitan dalam membedakan antara nilai ADC mean dari berbagai perubahan jaringan pasca RTH. DWI memiliki peran kunci dalam upaya deteksi <i>recurrent head and neck squamous cell carcinoma (rHNSCC)</i> pasca RTH.
2	Saied dkk (2018)	<i>Diffusion-Weighted Magnetic Resonance Imaging (DW-MRI)</i> digunakan untuk mengevaluasi karsinoma sel skuamosa pada kepala dan leher. Peningkatan nilai b dapat menghasilkan pembobotan difusi yang lebih tinggi, sehingga meningkatkan kontras antara lesi dan jaringan normal. DWI dapat memainkan peran penting dalam membedakan antara tumor yang persisten atau berulang dengan perubahan yang diinduksi radiasi. Pentingnya DW-MRI terletak pada kemampuannya untuk membedakan antara lesi persisten atau berulang dengan perubahan yang diinduksi radiasi, Penggunaan nilai ADC sebagai marker terutama dikonfirmasi oleh studi lain yang menetapkan nilai ambang batas ADC untuk membedakan antara lesi sisa dan perubahan pasca-perawatan.
3	Nir Hirshorena dkk (2019)	<i>Diffusion-Weighted Imaging (DWI)</i> memiliki peran penting dalam karakterisasi jaringan karsinoma nasofaring dengan menggunakan nilai ambang <i>Apparent Diffusion Coefficient (ADC)</i> yang telah ditentukan. Nilai ambang ADC dapat membantu dalam diagnosis <i>Nasopharyngeal Carcinoma (NPC)</i> . ADC mencerminkan difusi molekul air dan kerapatan sel. Tumor ganas yang ditandai dengan hiperkularitas, hiperkromatisme, dan rasio nukleus-sitoplasma tinggi memiliki nilai ADC yang rendah. Pentingnya ADC juga terlihat dalam evaluasi pasca-pengobatan di mana hanya menggunakan morfologi MRI dapat membantu mengevaluasi perubahan jaringan atau

		massa non-aktif. DWI dengan nilai ambang ADC yang ditentukan dapat memainkan peran penting dalam karakterisasi jaringan karsinoma nasofaring, terutama dalam diagnosis pra-pengobatan dan diagnosis kembali setelah pengobatan.
4	Salem Faten dkk (2014)	<i>Diffusion Weighted Imaging</i> (DWI) dalam mengevaluasi massa di kepala dan leher. DWI memungkinkan pemisahan karsinoma dari limfoma, tumor jinak dari ganas, dan nekrosis dari abses di wilayah kepala dan leher. Umumnya, tumor ganas memiliki nilai koefisien difusi tampak (ADC) yang lebih rendah dibandingkan tumor jinak. ADC diukur dalam satuan $10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, dan nilai $1,25 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ atau kurang digunakan sebagai indikator keganasan. DWI dapat membedakan antara limfadenopati ganas dan jinak. Penelitian pada kelenjar getah bening menunjukkan bahwa metastasis memiliki nilai ADC yang lebih rendah dibandingkan dengan kelenjar getah bening jinak. Sebagai contoh, nilai ambang ADC untuk membedakan kelenjar getah bening ganas dan jinak adalah $1,02 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$. Peran DWI dalam karakterisasi kanker nasofaring dimana dapat memberi penilaian kelenjar getah bening, nodul tiroid, dan tumor parotis
5	Yun Bin Chen dkk (2014)	Diffusion Weighted Imaging (DWI) memiliki peran penting dalam mengevaluasi respons awal terhadap <i>Neoadjuvant Chemotherapy</i> (NAC) pada pasien kanker nasofaring (NPC). Penelitian ini menemukan bahwa peningkatan nilai ADC secara signifikan lebih besar pada pasien yang merespons positif terhadap NAC dibandingkan dengan mereka yang tidak merespons. Peningkatan yang diamati dalam nilai ADC tampaknya mencerminkan efektivitas pengobatan. Pasien yang memiliki penyakit sisa setelah <i>Chemoradiotherapy</i> (CRT) menunjukkan respons yang kurang efektif setelah satu siklus NAC dibandingkan dengan pasien yang merespons sepenuhnya, menunjukkan bahwa pasien dengan kemoterapi induksi efektif mungkin lebih sensitif terhadap radioterapi pada NPC. Potensi nilai DWI dan ADC dalam memantau respons awal terhadap NAC pada NPC. Pemantauan dinamis nilai ADC dapat memberikan informasi yang akurat mengenai pertumbuhan dan penurunan sel tumor, yang dapat digunakan untuk deteksi lesi persisten dan penyesuaian rencana pengobatan selanjutnya setelah CRT.

Tabel 5 Kelebihan Dan Kekurangan Sekuen SWI

No	Jurnal	Kelebihan Sekuen DWI	Kekurangan Sekuen DWI
1	A. Ailianou dkk 2018.	Kelebihan utama DWI adalah kemampuannya untuk mendeteksi perubahan jaringan pasca radioterapi (RTH) yang umumnya ditandai oleh nilai ADC yang rendah akibat tingginya sel-sel pada tumor berulang. DWI juga dapat membantu membedakan antara berbagai perubahan jaringan pasca-RTH, seperti edema, nekrosis, dan fibrosis, meskipun studi sebelumnya sering mengelompokkan nilai ADC	Namun, kelemahan utama DWI terletak pada adanya overlap nilai ADC antara HNSCC dan perubahan jaringan pasca-RTH
2	Saied dkk (2018)	Kemampuan DWI untuk memberikan kontras yang tinggi	Interpretasi DWI memerlukan penggunaan threshold ADC

PERANAN SEKUEN DIFFUSION WEIGHTED IMAGING (DWI) PADA PEMERIKSAAN MRI SOFT TISSUE LEHER KASUS KANKER NASOFARING (STUDI LITERATUR)

		<p>antara lesi dan jaringan normal. DWI menggunakan beberapa nilai b (b-values) yang berbeda yang menghasilkan bobot difusi yang lebih besar. Hal ini memungkinkan deteksi perubahan difusi yang lebih signifikan dalam lesi dan jaringan normal, memberikan keunggulan dalam membedakan antara tumor persisten atau kambuh dengan perubahan akibat terapi radiasi. Keunggulan lainnya adalah bahwa DWI tidak memerlukan kontras intravena, sehingga lebih mudah diakses dan diinterpretasikan.</p>	<p>tertentu yang dapat bervariasi yang berpengaruh terhadap hasil diagnosa.</p>
3	Nir Hirshorena dkk (2019)	<p>Pemanfaatan DWI dengan ADC dapat memberikan informasi lebih detail terkait karakteristik jaringan karsinoma nasofaring, termasuk perbedaan antara pasien yang belum diobati dan pasien yang telah menjalani pengobatan dengan menentukan nilai ambang batas (threshold) untuk Apparent Diffusion Coefficient (ADC).</p>	<p>Sulit untuk mengevaluasi perubahan harian ADC selama pengobatan karena kurangnya korelasi dengan histologi yang terkonfirmasi. Hal ini dapat mengurangi kemampuan untuk melihat perubahan dinamis ADC selama siklus pengobatan.</p>
4	Salem Faten dkk (2014)	<p>DWI memungkinkan pengukuran nilai ADC yang dapat digunakan untuk membedakan antara tumor ganas dan jinak, serta untuk karakterisasi dan penilaian tahap kelenjar getah bening di kepala dan leher. Nilai ADC yang rendah umumnya terkait dengan tumor ganas.</p>	<p>DWI sangat bergantung pada rasio sinyal terhadap noise (SNR) dalam gambar yang berpengaruh besar terhadap akurasi analisis. DWI sangat sensitive terhadap artefak seperti susceptibility artifacts dan chemical shift artifacts yang dapat muncul dalam gambar dengan nilai b value yang tinggi.</p>
5	Yun Bin Chen dkk (2014)	<p>Kelebihan utama DWI adalah kemampuannya untuk mendeteksi perubahan jaringan pasca radioterapi (RTH) yang umumnya ditandai oleh nilai ADC yang rendah akibat tingginya sel-sel pada tumor berulang. DWI juga dapat membantu membedakan antara berbagai perubahan jaringan pasca-RTH, seperti edema, nekrosis, dan fibrosis, meskipun studi sebelumnya sering mengelompokkan nilai ADC.</p>	<p>Salah satu kendala utama adalah adanya artefak susceptibilitas dan gerakan yang umumnya terjadi pada daerah kepala dan leher, yang dapat mempengaruhi akurasi pengukuran ADC dimana sekuens DWI sangat sensitif dan peluang terjadinya artefak cukup tinggi.</p>

Pembahasan

A. Peranan Sekuen *Diffusion Weighted Imaging* (DWI) Pada Pemeriksaan MRI *Soft Tissue* Leher Dengan Klinis Karsinoma Nasofaring

Kanker nasofaring adalah jenis kanker yang terjadi di nasofaring, yaitu bagian atas tenggorokan yang terletak di belakang hidung dan di atas langit-langit mulut. Kanker ini biasanya berasal dari sel skuamosa, yaitu sel-sel yang melapisi nasofaring. Kanker nasofaring dapat diobati dengan terapi radiasi, tetapi memiliki tingkat kegagalan pengobatan yang cukup tinggi dan seringkali dapat menyebabkan rekurensi atau pengembangan kanker kedua di wilayah kepala dan leher. Deteksi dini dan evaluasi respons terhadap pengobatan sangat penting dalam manajemen kanker nasofaring²⁴.

Pada kasus kanker nasofaring, penggunaan ADC dan DWI memberikan gambaran tentang pergerakan molekul air di dalam jaringan, memungkinkan identifikasi area dengan kepadatan sel tinggi yang seringkali terkait dengan keberadaan tumor. Nilai ADC yang dihitung dari data DWI memberikan informasi kuantitatif tentang hambatan difusi molekul air, yang dapat membantu membedakan antara area tumor yang aktif dan area dengan perubahan pasca-radiasi, seperti fibrosis atau inflamasi. Pemantauan respons terhadap terapi kemoradioterapi (CRT) dengan DWI dan ADC memberikan informasi dini tentang perubahan dalam lesi sebelum perbedaan ukuran yang terlihat memungkinkan identifikasi pasien non-responder dan penentuan keberhasilan pengobatan.

Kelima artikel jurnal tersebut menjelaskan bahwa DWI dan ADC memiliki peran besar dalam diagnosis deteksi perubahan seluler, penentuan stadium tumor, dan pemantauan respons terhadap pengobatan kanker nasofaring. Penelitian menurut A. Ailianou dkk menekankan penggunaan DWI dan ADC dalam deteksi rekurensi dan pengobatan pada kanker nasofaring yang bersifat residual. Penelitian yang dilakukan Saied dkk fokus pada pemantauan respons awal terhadap CRT pada kasus kanker nasofaring. Penelitian yang dilakukan Nir Hirshorena dkk membahas peran DWI dalam deteksi gerakan acak molekul air dan penggambaran target volume, sementara penelitian yang dilakukan Salem Faten dkk menyoroiti kemampuan DWI untuk membedakan antara bagian yang sehat dan nekrosis pada tumor. Yun Bin Chen dkk menambahkan bahwa DWI dapat memberikan informasi tambahan mengenai respons terhadap pengobatan dan ADC setelah *Neoadjuvant Chemotherapy* (NAC) dapat menjadi indikator respons yang efektif.

Pemeriksaan kanker nasofaring sangat terbantu oleh peran sekuen DWI dan ADC sebagaimana dibahas dalam kelima jurnal, dalam kasus kanker nasofaring DWI memberikan

gambaran tentang gerakan molekuler air di dalam jaringan, mengungkap perubahan mikroenvironmental akibat terapi radiasi yang melibatkan deteksi inflamasi, fibrosis, dan memungkinkan pemisahan antara area yang mengalami fibrosis pasca-RTH dan area yang mungkin mengandung sel kanker aktif. ADC dihitung dari data DWI dimana nilai ADC memberikan informasi kuantitatif tentang difusi air di dalam jaringan dan membantu membedakan antara jaringan yang mengalami fibrosis pasca-RTH dan area yang mungkin mengandung sel kanker aktif. DWI dan ADC juga berperan penting dalam memantau respons awal terhadap terapi kemoradioterapi (CRT) untuk *Head and Neck Squamous Cell Carcinoma* (HNSCC) termasuk carcinoma nasofaring dengan perubahan signifikan dalam nilai ADC.

Diffusion Weighted Imaging (DWI) dan *Apparent Diffusion Coefficient* (ADC) berperan memberikan informasi penting tentang perubahan mikroenvironmental dalam jaringan, khususnya pada kasus kanker nasofaring. Pada citra DWI sinyal rendah sering mengindikasikan pembatasan difusi air, yang dapat terkait dengan kepadatan sel tinggi dalam tumor. Dalam kanker nasofaring, di mana sel kanker memiliki kepadatan yang tinggi, area dengan sinyal rendah pada DWI mencerminkan adanya tumor ganas.

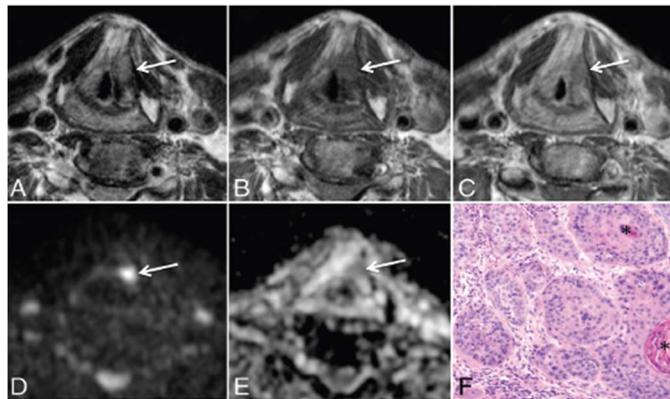
Sinyal rendah pada DWI mencerminkan hambatan pergerakan molekul air di dalam jaringan, terutama pada area dengan kepadatan sel yang tinggi. Fenomena ini terkait dengan karakteristik histologis nasofaring yang hiperkularitas, hiperkromatisme, dan rasio nukleus-sitoplasma yang tinggi. Namun, interpretasi sinyal rendah perlu dilakukan bersamaan dengan nilai ADC. Nilai ADC yang rendah pada kanker nasofaring mencerminkan kepadatan sel yang tinggi dan pembatasan difusi yang signifikan, menunjukkan potensi ganas yang lebih besar.

Sebaliknya, sinyal tinggi pada DWI dan nilai ADC yang tinggi mungkin menunjukkan perubahan pasca-radiasi seperti fibrosis atau inflamasi. Ini dapat membantu dokter membedakan antara tumor aktif dan area yang mengalami perubahan pasca-terapi. Pada pasien pasca-radiasi tanpa adanya sisa penyakit, nilai ADC yang lebih tinggi dapat mengindikasikan absennya sisa penyakit atau kambuhnya tumor.

Korelasi antara sinyal rendah pada DWI dan nilai ADC yang rendah menunjukkan kepadatan sel yang tinggi yang biasanya terkait dengan keberadaan kanker nasofaring. Sebaliknya, sinyal tinggi pada DWI dan nilai ADC yang tinggi dapat mengindikasikan area dengan pembatasan difusi yang lebih rendah, terutama pada lesi jinak atau area nekrosis.

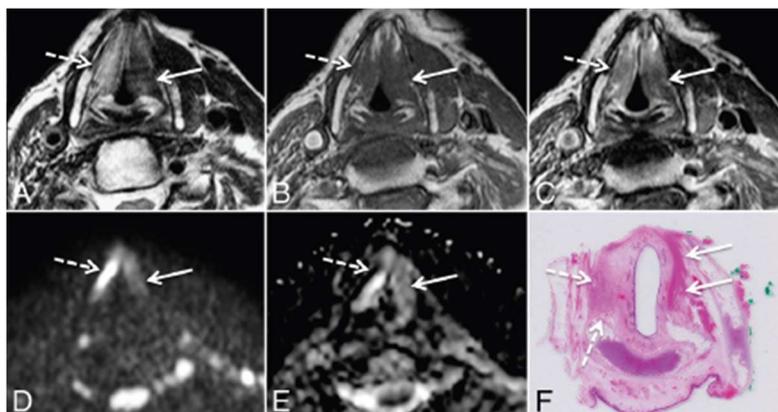
Dalam konteks pengobatan, peningkatan sinyal pada ADC setelah terapi, seperti kemoterapi (NAC), dapat diartikan sebagai respons positif terhadap perubahan struktural, seperti nekrosis. Sinyal DWI yang rendah dan sinyal ADC yang tinggi dapat menjadi petunjuk respons terhadap terapi, memungkinkan interpretasi yang lebih rinci tentang gambaran

pencitraan dan membantu dalam pengambilan keputusan terkait perencanaan terapi serta manajemen keseluruhan pasien dengan kanker nasofaring.



Gambar 1 Kasus karsinoma sel skuamosa laring. T2 aksial (A), T1 (B), dan T1 *post kontras* (C) menunjukkan lesi oval (panah) di false cord kiri dan ruang paraglottic kiri dengan intensitas sinyal menengah pada T2, intensitas sinyal rendah pada T1 serta terdapat penguatan kontras sedang sangat mencurigakan untuk rHNSCC. (D) DWI dengan b value 1000 menunjukkan intensitas sinyal tinggi di dalam lesi. Peta ADC (E) menunjukkan intensitas sinyal rendah. (F) menunjukkan gambaran mikroskopis karsinoma sel skuamosa dengan area sel skuamosa yang padat dan longgar dengan ukuran yang bervariasi.

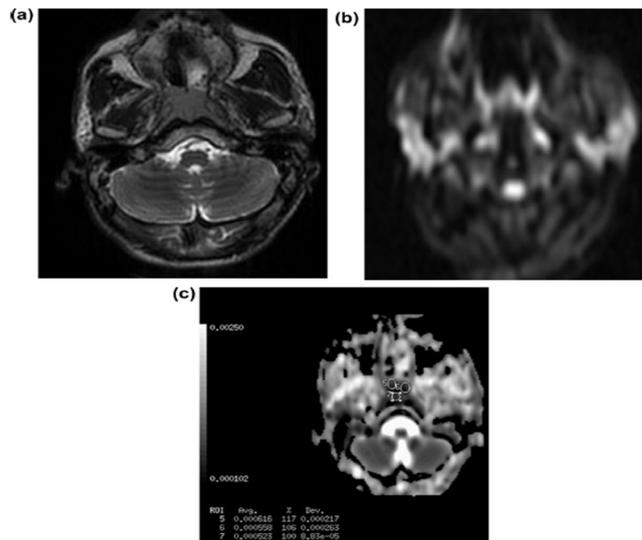
Penelitian menurut A. Ailianou dkk 2018 Saied dkk menyoroti bahwa DWI dapat memberikan wawasan mendalam terkait perubahan mikroenvironmental di jaringan kanker nasofaring. Sinyal rendah pada DWI dan nilai ADC rendah mencerminkan keberadaan tumor aktif atau kepadatan sel yang tinggi, sementara sinyal tinggi pada DWI dan nilai ADC tinggi dapat mengindikasikan perubahan pasca-radiasi seperti fibrosis atau inflamasi. Korelasi antara sinyal DWI dan nilai ADC menjadi krusial dalam membedakan antara lesi ganas dan perubahan pasca-terapi, memberikan pandangan yang lebih holistik terhadap keadaan jaringan.



Gambar 2 Hasil DWI yang diperoleh 23 bulan setelah RTH untuk karsinoma sel skuamosa laring. Pada gambar (A-C) tampak lesi oval (panah) di false cord kiri dan ruang paraglottic kiri dengan intensitas sinyal menengah pada T2, intensitas sinyal rendah pada T1 dan tampak *enhance* kontras tingkat sedang. Pada gambar (D) tampak intensitas sinyal tinggi pada gambar b-1000. Pada gambar (E), peta ADC menunjukkan intensitas sinyal rendah yang dimana area difusi terbatas (panah) yang menunjukkan kemungkinan kekambuhan. Biopsi endoskopik memastikan keberadaan rHNSCC. Pada gambar (F) Gambaran mikroskopis menunjukkan karsinoma sel skuamosa dengan area sel skuamosa yang padat dan longgar dengan ukuran yang bervariasi.

Pada kasus kanker nasofaring, sinyal rendah pada DWI dan nilai ADC yang rendah dapat mengindikasikan keberadaan tumor yang aktif atau area dengan kepadatan sel yang tinggi. Sebaliknya sinyal tinggi pada DWI dan nilai ADC yang tinggi mungkin menunjukkan area dengan pembatasan difusi yang lebih rendah, yang dapat mencerminkan perubahan pasca-radiasi seperti fibrosis atau inflamasi. Korelasi antara sinyal pada DWI dan nilai ADC pada kasus kanker nasofaring yaitu area dengan sinyal rendah pada DWI dan nilai ADC yang rendah cenderung mengindikasikan keberadaan tumor atau kepadatan sel yang tinggi, sementara area dengan sinyal tinggi pada DWI dan nilai ADC yang tinggi lebih mungkin terkait dengan perubahan pasca-radiasi seperti fibrosis atau inflamasi

Dari penelitian Nir Hirshorena dkk dan Salem Faten dkk menyimpulkan peran nilai ADC dalam membedakan antara kondisi pra-pengobatan, normal, dan pasca-radiasi pada kanker nasofaring. Nilai ADC tinggi pada pasien pasca-radiasi mengindikasikan ketiadaan sisa penyakit atau kambuhnya tumor. Sinyal rendah pada DWI dan nilai ADC yang rendah mencerminkan kepadatan sel yang tinggi yang umumnya terkait dengan kanker nasofaring. Di sisi lain, sinyal tinggi pada DWI dan nilai ADC tinggi dapat mencirikan kondisi normal atau perubahan pasca-radiasi tanpa sisa penyakit. Keseluruhan, integrasi informasi dari DWI dan nilai ADC muncul sebagai pendekatan yang potensial untuk meningkatkan akurasi diagnostik, pemantauan, dan perencanaan terapi pada pasien dengan kanker nasofaring.



Gambar 3 Pria berusia 46 tahun dengan Limfoma nasofaring: Gambar T2 aksial menunjukkan massa jaringan lunak yang terdefinisi dengan baik dan homogen isointens dalam nasofaring (A), Gambar DWI (B) dan Gambar ADC dengan nilai rata-rata adalah $0,5 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ (ADC sangat rendah) (C)

Nilai ADC, yang dihitung dari data DWI, juga memainkan peran penting, di mana nilai rendah dapat menunjukkan kepadatan tumor yang tinggi, sementara nilai tinggi mencerminkan difusi air yang lebih bebas, seperti pada jaringan dengan kepadatan sel yang rendah atau pasca-radiasi. Korelasi antara sinyal DWI dan nilai ADC memberikan peran tentang karakteristik kanker nasofaring, di mana area dengan sinyal rendah pada DWI dan nilai ADC rendah cenderung mengindikasikan tumor aktif, sementara area dengan sinyal tinggi pada DWI dan nilai ADC tinggi lebih mungkin terkait dengan perubahan pasca-radiasi. Penerapan ini juga membantu dalam membedakan antara lesi ganas dan perubahan pasca-pengobatan, serta dapat digunakan sebagai pemisah dalam diagnosis pra-pengobatan, normal, dan pasca-radiasi. Selain itu, korelasi antara sinyal rendah pada DWI dan nilai ADC yang rendah secara khas terkait dengan keberadaan kanker nasofaring, sedangkan sinyal tinggi pada DWI dan nilai ADC yang tinggi dapat mengindikasikan keadaan jaringan normal atau pasca-radiasi tanpa sisa penyakit.

B. Kelebihan Dan Kekurangan Sekuen *Diffusion Weighted Imaging* (DWI) Pada Pemeriksaan MRI *Soft Tissue* Leher Dengan Klinis Karsinoma Nasofaring

1. Kelebihan Sekuen *Diffusion Weighted Imaging* (DWI) Pada Pemeriksaan MRI *Soft Tissue* Leher Dengan Klinis Karsinoma Nasofaring

Kelima jurnal yang penulis bahas menekankan kelebihan DWI dalam memberikan gambaran yang detail dan fungsional terkait pembatasan difusi air di dalam jaringan. Jurnal

menurut A. Ailianou dkk mencatat kemampuan DWI untuk mendeteksi area-area dengan kepadatan sel tinggi yang seringkali berkaitan dengan keberadaan tumor. Kelebihan DWI juga termasuk sensitivitas tinggi terhadap perubahan mikroenvironmental, memungkinkan identifikasi rekurensi atau kanker sekunder pasca-terapi radiasi. Selain itu, DWI tidak memerlukan kontras tambahan sehingga aman digunakan pada pasien yang alergi. Jurnal menurut Saied dkk menyoroti kecepatan pengambilan citra DWI yang tinggi tanpa kontras tambahan memungkinkan integrasi mudah dalam protokol pencitraan rutin. DWI juga memberikan gambaran visual tentang kepadatan dan sebaran sel-sel dalam lesi, seperti pada kanker nasofaring. Selain itu, DWI dapat membantu identifikasi lesi tumor dengan proliferasi tinggi, memungkinkan deteksi dini dan karakterisasi yang lebih baik. Jurnal menurut Salem Faten dkk dan Yun Bin Chen dkk menyoroti bahwa kelebihan DWI dan ADC terletak pada kemampuannya memberikan informasi tambahan yang tidak dapat diperoleh dari citra konvensional seperti CT atau MRI biasa.

Menurut A. Ailianou dkk kelebihan *Diffusion-weighted Imaging* (DWI) focus pada kemampuannya memberikan gambaran yang sangat baik tentang pembatasan difusi air di dalam jaringan, khususnya dalam mendeteksi area dengan kepadatan sel tinggi yang seringkali terkait dengan keberadaan tumor. DWI juga memiliki sensitivitas tinggi terhadap perubahan mikroenvironmental, memungkinkan identifikasi dini rekurensi atau kanker sekunder pasca-terapi radiasi. Keuntungan tambahan adalah DWI tidak memerlukan kontras tambahan, membuatnya aman digunakan pada pasien yang alergi. Hal ini diperkuat dari hasil penelitian Saied dkk yang menekankan bahwa DWI memberikan informasi fungsional mengenai pembatasan difusi molekuler di dalam jaringan. DWI menghasilkan citra visual tentang kepadatan dan sebaran sel-sel dalam lesi, terutama pada kanker nasofaring. Keunggulan lainnya termasuk kecepatan pengambilan citra yang tinggi tanpa pemberian kontras tambahan, memungkinkan integrasi mudah ke dalam protokol pencitraan rutin tanpa memperpanjang waktu pemeriksaan. Hal ini sependapat dengan penelitian artikel Yun Bin Chen dkk yang mengemukakan kelebihan utama DWI adalah kemampuannya memberikan informasi tentang pergerakan molekul air di dalam jaringan, sangat penting dalam mengevaluasi kepadatan sel tumor. DWI membantu identifikasi lesi tumor nasofaring dengan sifat proliferasi tinggi, memungkinkan deteksi dini dan karakterisasi yang lebih baik. DWI juga unggul dalam mendeteksi perubahan struktural pada tingkat seluler, seperti nekrosis dan apoptosis, yang tercermin dalam sinyal DWI yang berbeda. Informasi ini berguna untuk memonitor respons terhadap terapi, terutama setelah pemberian *Neoadjuvant Chemotherapy* (NAC). ADC, yang dihitung dari data

DWI, memberikan gambaran lebih terperinci tentang mobilitas air dalam jaringan dan dapat digunakan untuk membedakan area tumor yang responsif dan non-responsif terhadap terapi.

Ailianou dkk dan Nir Hirshorena dkk menggarisbawahi kekurangan DWI, yaitu terkait dengan artefak gerakan yang dapat mempengaruhi kualitas citra, terutama di daerah-daerah tertentu seperti mulut atau leher bawah. Selain itu, sensitivitas DWI terhadap perubahan mikroenvironmental tertentu, seperti inflamasi atau fibrosis, dapat membatasi interpretasi hasil. Jurnal 4 menambahkan bahwa DWI memiliki sensitivitas terhadap artefak gerakan dan distorsi geometri, yang dapat memengaruhi akurasi interpretasi gambar. Di sisi lain, ADC memiliki kelebihan dalam mengevaluasi gerakan acak molekul air di dalam jaringan biologis dan memberikan nilai kuantitatif terhadap hambatan difusi. Namun, kekurangannya, seperti yang disorot oleh Salem Faten dkk mencakup ketidakmampuan nilai ADC untuk selalu mencerminkan seluruh spektrum heterogenitas tumor, di mana nilai ADC yang rendah tidak selalu menandakan keganasan.

2. Kekurangan Sekuen *Diffusion Weighted Imaging* (DWI) Pada Pemeriksaan MRI *Soft Tissue* Leher Dengan Klinis Karsinoma Nasofaring

Walaupun memiliki kelebihan yang signifikan, DWI juga memiliki kelemahan. Jurnal A. Ailianou dkk dan Saied dkk mencatat bahwa DWI rentan terhadap artefak gerakan, terutama di daerah-daerah tertentu seperti mulut atau leher bawah, yang dapat mengurangi kualitas citra. Nir Hirshorena dkk menambahkan bahwa kekurangan DWI sangat sensitive terhadap gangguan teknis seperti motion dan keberadaan udara dan tulang yang tidak terdapat difusi sehingga persentase menghasilkan artefak cukup tinggi sehingga mempengaruhi akurasi hasil. Menurut A. Ailianou dkk 2018 kekurangan ADC melibatkan keterbatasan dalam menilai lesi kecil atau deteksi nodul kecil yang dapat terlewat, hal ini dikarenakan resolusi yang kurang tinggi dalam citra DWI juga ADC.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan dari literatur review yang penulis susun mengenai peranan sekuen Sekuen *Diffusion Weighted Imaging* (DWI) Pada *Pemeriksaan MRI Soft Tissue* Leher Dengan Klinis Karsinoma Nasofaring adalah sebagai berikut:

1. Kanker nasofaring, terutama karsinoma sel skuamosa, dapat diobati dengan terapi radiasi dimana kegagalan pengobatan masih menjadi masalah serius terutama pada kasus lanjut. DWI dan ADC merupakan metode pencitraan yang memanfaatkan pergerakan air di dalam. DWI memberikan informasi tambahan mengenai respons terhadap pengobatan pada kasus kanker nasofaring yang sulit dijangkau. memainkan peran penting dalam deteksi, evaluasi respons terhadap pengobatan, dan pemantauan awal terhadap terapi kemoradioterapi. DWI juga memberikan informasi yang membantu membedakan antara jaringan yang mengalami fibrosis pasca-RTH dan area yang mungkin mengandung sel kanker aktif. DWI dan ADC juga bermanfaat dalam penentuan stadium tumor, penggambaran target volume, dan deteksi kambuhnya tumor. Peningkatan ADC dapat menjadi petunjuk respons yang baik terhadap terapi, sedangkan nilai ADC pra-pengobatan yang rendah dapat meramalkan respons yang menguntungkan. Dalam diagnose kanker nasofaring, DWI dan ADC juga membantu membedakan subtipe karsinoma sel skuamosa, meramalkan respons terhadap terapi kemoradiasi, dan menentukan waktu yang tepat untuk regimen pengobatan alternatif.
2. DWI dan ADC memberikan keunggulan dalam diagnosis dan pemantauan kanker nasofaring. DWI dapat menggambarkan pembatasan difusi air di dalam jaringan, membantu mendeteksi area dengan kepadatan sel tinggi yang terkait dengan tumor. Kelebihannya termasuk sensitivitas terhadap perubahan mikroenvironmental dan kemampuan identifikasi dini rekurensi atau kanker sekunder pasca-terapi radiasi. ADC, sebagai komponen DWI, memberikan informasi kuantitatif tentang difusi air di dalam jaringan, membedakan kepadatan sel tinggi dan rendah, dan memberikan gambaran karakteristik histopatologis suatu lesi. DWI dan ADC juga memiliki kelemahan, seperti artefak gerakan, rendahnya spesifiktas, dan sensitivitas terbatas terhadap perubahan serta kelemahan terkait dengan artefak gerakan, sedangkan ADC memiliki keterbatasan dalam menilai lesi kecil atau deteksi nodul kecil.

Saran

Peneliti memberikan saran kepada praktisi di lapangan terutama pada pemeriksaan MRI Soft Tissue leher dengan klinis kanker nasofaring ataupun masa yang mengindikasikan nodul agar yang belum menggunakan sekuen DWI untuk dapat mempertimbangkan penggunaan sekuen DWI serta perhitungan pada nilai ADC jika sudah menggunakan sekuen DWI. Penggunaan DWI dan ADC dalam kasus masa atau kanker nasofaring penulis menyarankan agar menggunakan multi parameter dalam artian sekuen DWI dan ADC ini menjadi sekuen

pembandingan agar diagnosa yang dihasilkan maksimal terutama pada kasus masa, karsinoma ataupun pada pasien yang sudah selesai atau sementara menjalani pengobatan pada kasus karsinoma.

DAFTAR PUSTAKA

- Lampung P, Tahun P. Hubungan Antara Faktor Risiko Dengan Kejadian Karsinoma Nasofaring Di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Provinsi Lampung. 2018;2017.
- Paulsen F, Waschke J. Sobotta Atlas of Anatomy. 2018. p. 1376.
- HK.01.07/MENKES/684/2019 KMKRIN. Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Kanker Nasofaring. 2019;1–81.
- Stan DJ, Niculet E, Lungu M, Onisor C. Nasopharyngeal carcinoma : A new synthesis of literature data (Review). 2022;1–7.
- Yu H, Yin X, Mao Y, Chen M, Tang Q, Yan S. The global burden of nasopharyngeal carcinoma from 2009 to 2019 : an observational study based on the Global Burden of Disease Study. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology* [Internet]. 2021;(0123456789). Available from: <https://doi.org/10.1007/s00405-021-06922-2>
- Adham M, Kurniawan AN, Muhtadi AI, Roezin A, Hermani B, Gondhowiardjo S, et al. Original Article. :185–96.
- Ashby K, Adams BN, Shetty M. Appropriate Magnetic Resonance Imaging Ordering. 2020;
- Dale BM, Brown MA, Semelka RC. MRI: basic principles and applications. John Wiley & Sons; 2015.
- Torsten B. Moeller ER. MRI Parameters and Positioning, 2nd Edition. Thieme. Nuevos sistemas de comunicación e información. 2010. 2013–2015 p.
- Burghart G. Handbook of MRI scanning. 2012. 405 p.
- Elmaoğlu M, Azim Celik. MRI Handbook MR Physics, Patient Positioning and Protocols. 1st editio. Springer New York Dordrecht Heidelberg London. Antalya Turkey: Springer; 2012. 12–26 p.
- Catherine Westbrook. Handbook of MRI Technique. Fourth Edi. Garsington Road, Oxford, OX4 2DQ U, editor. Vol. 4, John Wiley & Sons, Ltd. The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, UK; 2014. 88–100 p.
- Salem F, Elshafey R. Apparent diffusion coefficient measurements in the differentiation between benign and malignant neck masses. *Egypt J Radiol Nucl Med* [Internet]. 2014;45(2):367–75. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrn.2014.01.011>
- Mui AWL, Lee AWM, Lee VHF, Ng WT, Vardhanabhuti V, Shei S, et al. Prognostic and therapeutic evaluation of nasopharyngeal carcinoma by dynamic contrast-enhanced (DCE), diffusion-weighted (DW) magnetic resonance imaging (MRI) and magnetic resonance spectroscopy (MRS). 2021;83(April):50–6.
- Lampignano JP, Kendrick LE. Bontrager's textbook of radiographic positioning and related anatomy. 9th Editio. St. Louis, Amerika.: Elsevier Inc; 2018. 850 p.
- Paulsen F, Böckers TM, Waschke J, Winkler S, Dalkowski K, Mair J, et al. Sobotta anatomy textbook: English edition with Latin nomenclature. Elsevier Health Sciences; 2018.
- Frank H, Netter MD. Atlas of human anatomy. Elsevier Inc.; 2019.
- Vijay V, Naomi G, Niles N, Ruth Y, Navid H, Kate A, et al. MRI detection of suspected nasopharyngeal carcinoma : a systematic review and meta - analysis. *Neuroradiology* [Internet]. 2022;1471–81. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00234-022-02941->

w

- Shah AB, Nagalli S. Nasopharyngeal Carcinoma. In Treasure Island (FL); 2023.
- Bright A. Planning and Positioning in MRI. Vol. 88, AJN, American Journal of Nursing. 2015. 664–667 p.
- Catherine Westbrook JT. MRI In Practice. 1st ed. Vol. 4. 2019. 88–100 p.
- Hirshoren N, Damti S, Weinberger J, Meirovitz A, Sosna J, Eliashar R, et al. Diffusion weighted magnetic resonance imaging of pre and post treatment nasopharyngeal carcinoma. *Surg Oncol* [Internet]. 2019;30(July):122–5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.suronc.2019.07.005>
- Saied H, Ghany A, Fayez M, Samra A, El-saieed M, Saber A, et al. The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine Role of DW-MRI and ADC value in monitoring therapy of head and neck squamous cell carcinoma. *Egypt J Radiol Nucl Med* [Internet]. 2018;49(4):1030–5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ejrnm.2018.07.016>
- Squamous N, Carcinoma C, Morphologic W, Criteria MRI. HEAD & NECK MRI with DWI for the Detection of Posttreatment. 2018;1–8.