

BIOMARKER SEBAGAI UPAYA DIAGNOSIS MOLEKULER DAN IDENTIFIKASI DINI KANKER PROSTAT

Imberd Rionard Liunima

Magister Pendidikan IPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

*E-Mail: rlunima@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history

Received: 20-11-2024

Revised: 28-12-2024

Accepted: 25-06-2025

Keywords

Biomarker, Diagnosis,
Molekuler, Prognosis,
Kanker Prostat

ABSTRACT

Biomarker memainkan peran penting dalam deteksi, diagnosis, dan prognosis kanker prostat. Biomarker ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi biomarker spesifik dalam sampel biologis, mendiagnosis kanker, dan memprediksi hasil pengobatan. Tujuan dari artikel ini untuk membahas biomarker sebagai upaya deteksi dini, diagnosis, dan prognosis kanker prostat. Penelitian ini menggunakan metode tinjauan literatur, memanfaatkan sumber dari jurnal akademik di antaranya: PubMed (n:23), MPDI (n:56) dan Elsevier (n:8) tahun 2010-2024. Beberapa biomarker telah diidentifikasi untuk deteksi dini diagnosis, kanker prostat, antara lain: DNA, RNA, perubahan epigenetik, protein, metabolit, sel, lamin, galektin, antigen karbohidrat, virus, dan lipid. Biomarker ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi biomarker spesifik dalam sampel biologis, mendiagnosis kanker prostat, dan memprediksi hasil pengobatan. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkan biomarker yang lebih efektif dan meningkatkan diagnosis dan pengobatan kanker prostat

Keywords: biomarker, diagnosis, molekuler, prognosis, kanker prostat

Biomarkers play an important role in the detection, diagnosis and prognosis of prostate cancer. These biomarkers can be used to identify specific biomarkers in biological samples, diagnose cancer, and predict the treatment outcomes. The purpose of this article is to discuss biomarkers as an early detection, diagnosis, and prognosis of prostate cancer. This study uses the literature review method, utilizing sources from academic journals including: PubMed (n:23), MPDI (n:56) and Elsevier (n:8) from 2010-2024. Several biomarkers have been identified for early detection of prostate cancer, including prostate cancer, among others: DNA, RNA, epigenetic changes, proteins, metabolites, cells, lamin, galectin, carbohydrate antigen, virus, and lipid. These biomarkers can be used to identify specific biomarkers in biological samples, diagnose prostate cancer, and predict treatment outcomes. Further research is needed to develop more effective biomarkers and to improve the diagnosis and treatment of prostate cancer

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



How to Cite: Liunima, I. R. (2025). Biomarker Sebagai Upaya Diagnosis Molekuler dan Identifikasi Dini Kanker Prostat. *Haumeni Journal of Education*, 5(1). 38-48. doi: 10.35508/haumeni.v5i1.19564

PENDAHULUAN

Kanker merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat utama, dengan statistik menunjukkan bahwa kanker adalah penyebab utama kematian pada orang di bawah usia 70 tahun di 112 dari 183 negara. Statistik Kanker Global (Globocan) menunjukkan bahwa kanker prostat menempati urutan ketiga sebagai kanker yang paling sering didiagnosis pada pria, setelah kanker payudara dan paru-paru, pada tahun 2020, lebih dari 1,4 juta kasus baru kanker prostat didiagnosis di seluruh dunia, dengan 375.304 kematian akibat penyakit ini (Sung et al., 2021). Pada tahun 2022, terdapat 19,3 juta

kasus kanker baru di seluruh dunia, dan angka ini diproyeksikan akan meningkat pesat menjadi 28,4 juta kasus pada tahun 2040, menunjukkan kenaikan sebesar 47% (Siegel et al., 2019). Laporan statistik kanker global terbaru mengkonfirmasi tren sebelumnya, dengan enam jenis kanker teratas yaitu payudara (11,7% kasus baru dan 6,9% kematian), paru-paru (11,4% kasus baru dan 18% kematian), kolorektal (10,0% kasus baru dan 9,4% kematian), prostat (7,3% kasus baru dan 3,8% kematian), lambung (5,6% kasus baru dan 7,7% kematian), dan hati (4,7% kasus baru dan 8,3% kematian) (Sung et al., 2021). Kanker prostat merupakan kanker yang paling sering didiagnosis pada pria, dengan jutaan kasus baru didiagnosis setiap tahunnya (Rago et al., 2023). Kanker prostat merupakan masalah kesehatan pria yang serius, karena merupakan kanker non-kulit yang paling umum dan penyebab kematian kanker terbanyak kedua. Risiko terkena kanker prostat meningkat secara signifikan seiring bertambahnya usia, dengan pria di atas 65 tahun memiliki kemungkinan 60% lebih tinggi untuk mengembangkan penyakit ini dibandingkan dengan pria di bawah 50 tahun (Jetty et al., 2023). Selain usia, beberapa faktor lain meningkatkan risiko terkena kanker prostat, termasuk etnis, status sosial ekonomi rendah, pola makan yang kaya lemak jenuh dan rendah sayuran, dan riwayat keluarga dengan kanker prostat (Villers & Grosclaude, 2008). Untuk kanker prostat yang terbatas pada organ, dua pilihan pengobatan utama dengan tujuan menyembuhkan penyakit adalah *prostatektomi radikal* (operasi pengangkatan prostat) dan *terapi radiasi*. Kedua pengobatan ini tetap menjadi pilihan paling umum untuk pasien dengan kanker prostat stadium awal (Jetty et al., 2023).

Metode diagnosis tradisional seperti pemeriksaan rektal digital (DRE) dan tes PSA memiliki keterbatasan dalam akurasi dan sensitivitas, terutama untuk mendeteksi kanker prostat pada tahap awal. Hal ini dapat menyebabkan overdiagnosis dan overtreatment, yang berakibat pada efek samping yang signifikan bagi pasien. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan metode diagnosis yang lebih akurat dan sensitif untuk kanker prostat. Biomarker molekuler menawarkan potensi untuk meningkatkan diagnosis kanker prostat dengan cara yang lebih akurat, sensitif, dan spesifik.

Biomarker mengacu pada fenomena biologis yang sulit dideteksi namun memberikan hasil klinis yang signifikan atau konsekuensi sementara. Penerapan biomarker meliputi identifikasi, karakterisasi, dan pemantauan penyakit. Selain itu, biomarker dapat berfungsi sebagai indikator prognosis, menginformasikan rencana pengobatan individu, dan mengantisipasi serta mengelola reaksi pengobatan yang merugikan (Das et al., 2024).

National Cancer Institute mendefinisikan biomarker sebagai molekul biologis dalam darah, cairan tubuh, atau jaringan yang menunjukkan apakah suatu proses, kondisi, atau penyakit, seperti kanker, normal atau tidak normal. sangat penting untuk mengidentifikasi individu dengan dan tanpa penyakit, dan perubahan di dalamnya dapat dikaitkan dengan mutasi genetik, perubahan transkripsional, dan modifikasi pasca-translasi. Protein, asam nukleat, antibodi, dan peptida hanyalah beberapa contoh dari banyak molekul yang membentuk biomarker. Pola ekspresi gen, profil proteomik, dan tanda metabolik merupakan contoh kombinasi modifikasi yang dapat dimasukkan (Passaro et al., 2024). Biomarker memerlukan sampel jaringan yang diambil melalui biopsi atau pencitraan, atau dapat

diidentifikasi secara non-invasif melalui darah, urin, air liur, keringat, cairan serebrospinal (CSF), atau cairan tubuh lainnya (Pal et al., 2022). Saat mengembangkan dan menggunakan biomarker di lingkungan layanan kesehatan, beberapa faktor harus dipertimbangkan dan tantangan harus diatasi. Validitas, termasuk validitas analitik, validitas klinis, dan kegunaan klinis, merupakan langkah dan elemen kunci yang menciptakan potensi biomarker (Abe et al., 2011). Validitas analitis menyangkut aspek pra-analitis dan analitis dari pengujian biomarker, seperti penanganan sampel dan akurasi pengujian. Validitas klinis menguji seberapa baik biomarker dapat mengidentifikasi populasi yang berbeda dalam populasi target, sehingga memerlukan validasi independen (Basch et al., 2011). Mempertimbangkan efektivitas biomarker dan keseimbangan antara potensi manfaat dan risiko, kegunaan klinis menunjukkan bahwa terdapat bukti kuat yang mendukung penggunaannya dalam pengobatan pasien. Artikel ini membahas biomarker sebagai upaya diagnosis molekuler dan identifikasi dini kanker prostat

Metode

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan literatur, memanfaatkan hasil pencarian *PubMed*, *MPDI* dan *Elsevier* dengan menggunakan kata kunci “Biomarker”, “Diagnosis Molekuler”, “Prognosis” dan “Kanker Prostat”, peneliti menemukan 87 Artikel yang sesuai dengan kata kunci tersebut dalam kurun waktu 2010-2024. PubMed menghasilkan 23 penelitian dengan kata kunci Biomarker”, “Diagnosis Molekuler”, “Prognosis” dan “Kanker Prostat”, MDPI memberikan hasil lebih banyak, dengan 56 jurnal, dan Esevier dengan 8 Artikel. Hasil pencarian kemudian disaring dan dinilai berdasarkan kriteria berikut. Pertama, artikel yang dipilih harus dapat mendeskripsikan setiap variabel, hal ini diperlukan karena peneliti membutuhkan jurnal yang menjelaskan Biomarker, Diagnosis Molekuler dan Prognosis Identifikasi Dini Kanker Prostat. Kedua, jurnal wajib menggunakan desain penelitian kuantitatif ataupun artikel review Setelah dilakukan screening dan penilaian, terdapat 27 jurnal yang tereliminasi karena tidak memenuhi kriteria tersebut. Dengan demikian, tersisa 50 jurnal yang memenuhi kriteria.

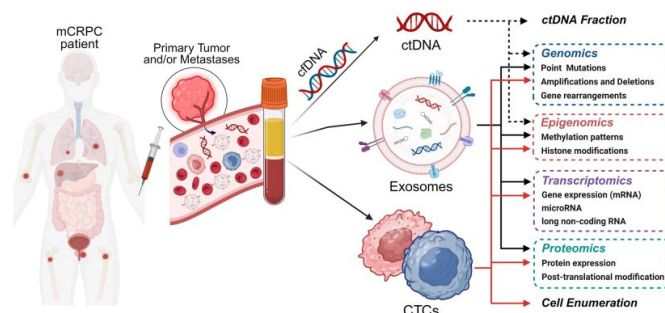
Hasil dan Pembahasan

a. Biomarker dalam Deteksi, Diagnosis, dan Identifikasi Dini Kanker Prostat

DNA Sebagai Biomarker Kanker Prostat

Sirkulasi DNA tumor (ctDNA) adalah biomarker yang menjanjikan untuk deteksi dan pemantauan kanker prostat (Das et al., 2024). Ini adalah metode non-invasif yang melibatkan analisis fragmen DNA yang dilepaskan oleh tumor ke dalam aliran darah, Fragmen-fragmen ini mengandung perubahan genetik dan epigenetik yang spesifik pada tumor dan dapat digunakan untuk mendiagnosis dan melacak perkembangan kanker (Gumenku et al., 2024). Keunggulan ctDNA sebagai biomarker antara lain spesifisitasnya yang tinggi terhadap kanker, kemampuannya mendeteksi kekambuhan dini, dan potensi memandu pilihan terapi (Wakita et al., 2024). Hal ini juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi mekanisme resistensi yang didapat terhadap terapi yang sedang berlangsung dan untuk mendeteksi gen mutan yang dapat ditindaklanjuti secara terapeutik, namun, ada juga tantangan terkait

penggunaan ctDNA sebagai biomarker, hal ini mencakup perlunya standarisasi pengujian lebih lanjut, potensi hasil positif palsu, dan perlunya penelitian yang lebih besar untuk memvalidasi efektivitasnya pada populasi pasien yang berbeda (Friedemann et al., 2024).

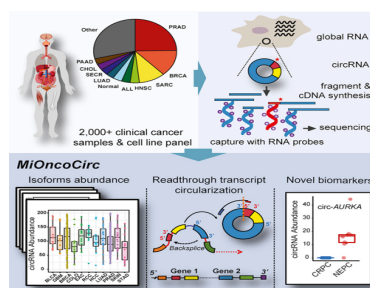


Gambar 6. analisis biopsi cair berbasis darah pada kanker prostat.

Singkatnya, ctDNA adalah biomarker yang menjanjikan untuk deteksi dan pemantauan kanker Prostat, menawarkan metode non-invasif dan sangat spesifik untuk mendiagnosis dan melacak perkembangan kanker prostat.

RNA sebagai Biomarker Kanker Prostat

Biomarker berbasis RNA telah dipelajari secara ekstensif potensinya dalam mendiagnosis dan memantau kanker prostat, biomarker ini dapat diperoleh dari berbagai sumber, antara lain urin, serum, dan jaringan prostat, Sensitivitas dan spesifisitas biomarker RNA lebih tinggi dibandingkan biomarker protein, menjadikannya alat yang menjanjikan untuk deteksi dini dan pemantauan kanker prostat (Aveta et al., 2023). Biomarker ini terbukti berpotensi dalam mendiagnosis dan memantau kanker prostat penggunaan biomarker RNA dalam biopsi cair, seperti plasma dan EV urin, juga telah dieksplorasi, biomarker ini dapat dengan mudah diisolasi dari cairan tubuh dan dapat memberikan wawasan dinamis mengenai keadaan seluler dan proses regulasi, selain itu banyak salinan berbagai RNA dalam sel memberikan lebih banyak informasi daripada DNA, menjadikannya alat yang berharga untuk mendiagnosis dan memantau kanker prostat (Mikami et al., 2024).



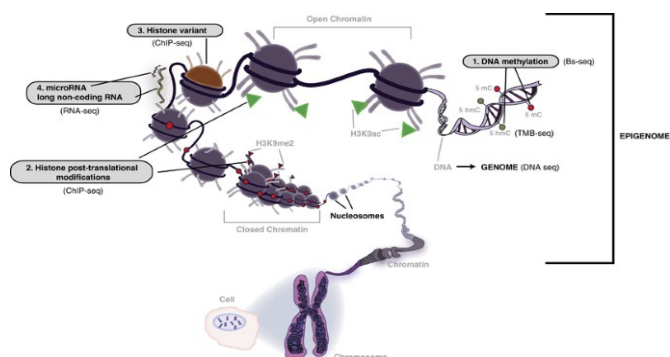
Gambar 7. penggunaan mioncocirc, untuk mengidentifikasi kandidat circrna yang berfungsi sebagai penanda kanker prostat (proteomics.cancer.gov)

Singkatnya, biomarker berbasis RNA telah menunjukkan potensi yang menjanjikan dalam mendiagnosis dan memantau kanker prostat. Biomarker ini dapat diperoleh dari berbagai sumber, termasuk urin, serum, dan jaringan prostat, dan terbukti memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang

tinggi. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memvalidasi biomarker ini dan untuk mengeksplorasi potensinya dalam praktik klinis.

Epigenetika sebagai Biomarker Kanker Prostat

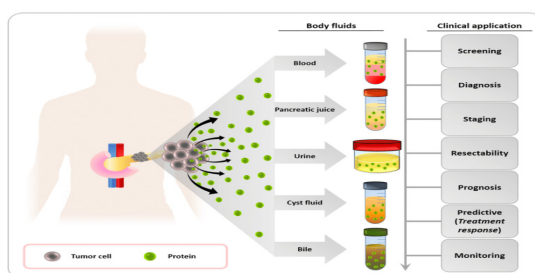
Epigenetika memiliki peran penting dalam perkembangan dan perkembangan kanker prostat, menawarkan potensi signifikan sebagai biomarker untuk deteksi dini, diagnosis, dan pemantauan pengobatan.



Gambar 8. Mekanisme epigenetik. ada empat proses mekanisme epigenetik utama (disorot dalam kotak abu-abu) yang dipelajari pada kanker prostat yang memerlukan teknologi berbeda (dalam tanda kurung) untuk mendeteksinya (Valdés-Mora & Clark, 2015).

Protein sebagai Biomarker Kanker Prostat

Protein memainkan peran penting sebagai biomarker dalam diagnosis dan pengelolaan kanker prostat. Beberapa protein telah diidentifikasi sebagai biomarker potensial, menawarkan peningkatan akurasi diagnostik dan kemampuan pemantauan.

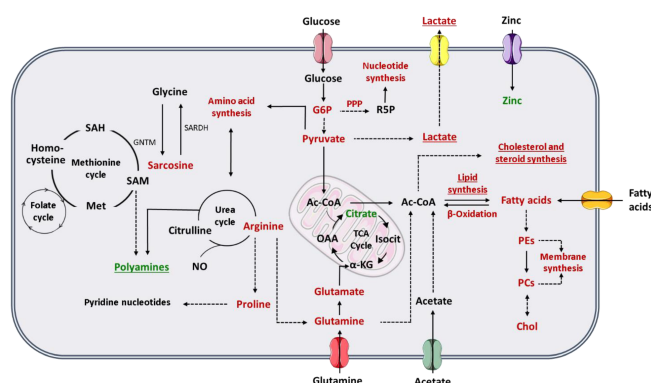


Gambar 9. identifikasi kemungkinan biomarker protein. cairan tubuh yang relevan untuk biasanya: empedu, darah, cairan pankreas, urin, dan cairan kista pankreas. protein ini memiliki potensi tinggi sebagai biomarker kanker prostat dan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi klinis (Das et al., 2024)

Metabolit Biomarker kanker Prostat

Metabolit dan jalur metabolisme memainkan peran penting dalam sel kanker prostat proses ini mengalami perubahan untuk mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup mereka. Biomarker yang berasal dari metabolit dan jalur ini dapat memberikan informasi berharga tentang metabolisme

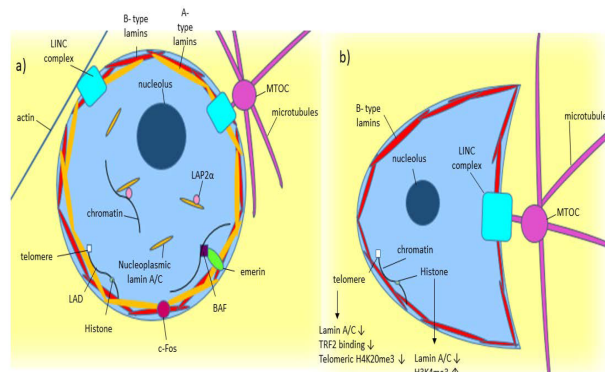
kanker prostat dan membantu diagnosis, prognosis, dan pengobatan. Berikut beberapa contoh metabolit dan jalur metabolisme yang digunakan sebagai biomarker metabolik pada kanker:



Gambar 10. representasi skema fenotip metabolik sel kanker prostat. (Lima et al., 2021).

Lamin Sebagai Biomarker Kanker Prostat

Lamin adalah protein multifungsi yang memainkan peran penting dalam struktur dan organisasi inti sel. Lamin telah diselidiki sebagai biomarker kanker potensial karena ekspresi atau lokalisasinya yang menyimpang pada tumor. Peran lamin dalam kanker sangat kompleks, dan ekspresinya dapat bervariasi antar subtype kanker, bahkan di dalam subtype kanker, sehingga membatasi penggunaannya sebagai biomarker diagnostik.



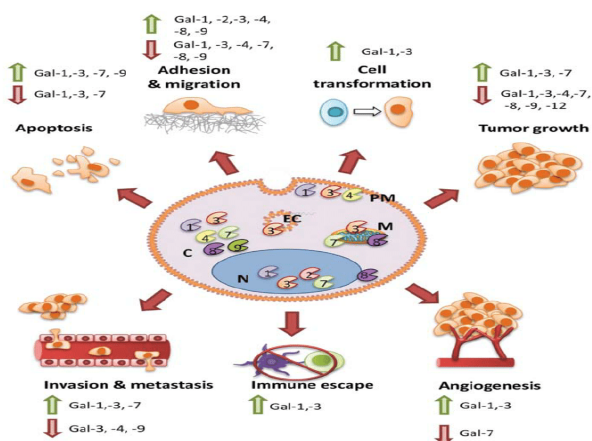
Gambar 11. Model fungsi a/c lamin yang diketahui pada sel normal dan sel sakit. (a) lokasi lamin tipe a dan mitra pengikatannya di dalam nukleus pada sel normal. (b) pengaruh a/c lamin rendah/tidak ada pada sel, termasuk morfologi inti berbentuk bulan sabit yang disebabkan oleh pusat pengorganisasian mikrotubulus (mtoc) yang mendorong ke dalam inti (Dubik & Mai, 2020)

Singkatnya, lamin adalah protein multifungsi yang telah diselidiki sebagai biomarker kanker potensial karena ekspresi atau lokalisasinya yang menyimpang pada tumor. Peran lamin dalam kanker sangat kompleks, dan ekspresinya dapat bervariasi antar subtype kanker dan bahkan dalam subtype kanker. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami sepenuhnya mekanisme fungsi lamin dalam sel kanker dan untuk mengeksplorasi potensinya sebagai biomarker untuk berbagai jenis kanker

Galektin Sebagai Biomarker kanker Prostat

Galektin adalah sekelompok protein yang mengikat β -galaktosida melalui elemen urutan yang dilestarikan secara evolusioner dari domain pengenalan karbohidrat (CRD). Mereka terlibat dalam

berbagai proses seluler, termasuk adhesi sel, migrasi, dan diferensiasi, dan telah terlibat dalam perkembangan dan perkembangan beberapa jenis kanker, termasuk kanker prostat.

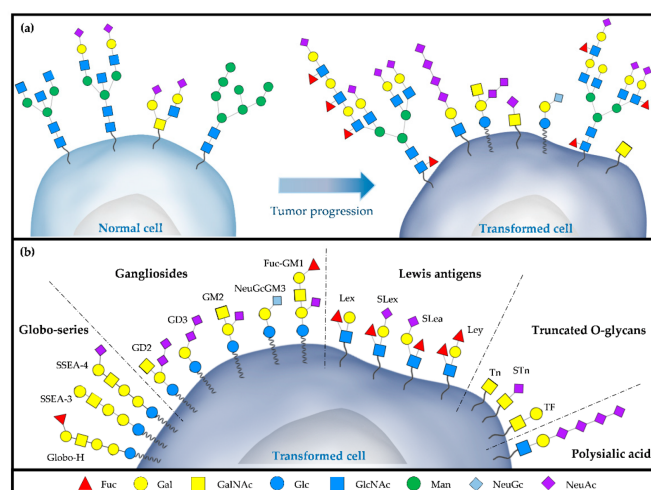


Gambar 12. galektin ditemukan di sitoplasma (c), mitokondria (m), nukleus (n), kompartemen endosom (ec) dan membran plasma bagian dalam (pm). mereka mampu memodulasi banyak aspek perkembangan tumor seperti adhesi dan migrasi sel, pelepasan kekebalan, transformasi sel, apoptosis, angiogenesis, pertumbuhan tumor, invasi dan metastasis (www.researchgate.net)

Mekanisme Fungsi Galektin pada Kanker Prostat, Galektin berperan dalam perkembangan dan perkembangan kanker prostat melalui berbagai mekanisme, antara lain: 1) Adhesi dan migrasi sel : Galektin dapat mengatur adhesi dan migrasi sel dengan berinteraksi dengan karbohidrat spesifik pada permukaan sel, 2) Proliferasi sel dan apoptosis : Galektin dapat mempengaruhi proliferasi dan apoptosis sel dengan memodulasi jalur sinyal dan berinteraksi dengan protein spesifik, 3) Angiogenesis : Galektin dapat berkontribusi pada angiogenesis dengan berinteraksi dengan karbohidrat spesifik pada permukaan sel endotel, 4) Penghindaran kekebalan : Galektin dapat membantu sel kanker menghindari sistem kekebalan dengan berinteraksi dengan karbohidrat spesifik pada permukaan sel kekebalan (Ebrahim et al., 2014).

Antigen karbohidrat Sebagai Biomarker

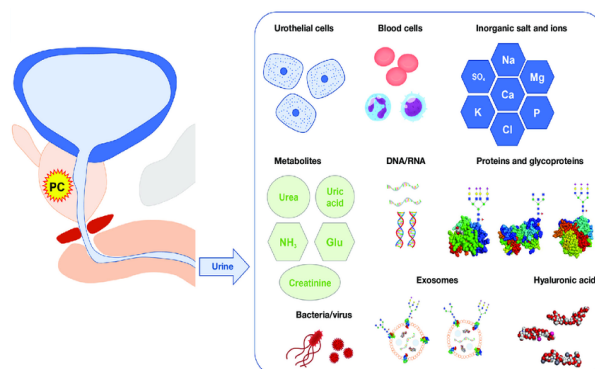
Antigen karbohidrat telah dieksplorasi sebagai biomarker potensial untuk kanker prostat karena pola ekspresi uniknya pada sel kanker. Antigen ini dikenali oleh sistem kekebalan tubuh dan dapat memicu respons imun, menjadikannya target yang menarik untuk diagnosis dan pengobatan kanker.



Gambar 13. representasi skematis dari perubahan ekspresi glikan yang terjadi selama perkembangan tumor. (a) glikosilasi menyimpang pada transformasi ganas. sel tumor menunjukkan ekspresi tinggi dari glikan sialilasi dan fukosilasi, glikosfingolipid berlebih, dan menunjukkan peningkatan ekspresi o-glikan terpotong yang belum matang, yang hampir tidak ada pada sel normal. (b) antigen karbohidrat terkait tumor (taca) dapat dibagi menjadi lima kelompok menurut kesamaan strukturalnya: (1) keluarga seri globo mencakup globo-h, ssea-3, dan ssea-4. (2) gangliosida adalah glikosfingolipid dengan setidaknya satu asam sialat sebagai glikan terminal. anggota keluarga utama adalah gd2, gd3, gm2, neugcgm3, dan fucgm1. (3) struktur antigen lewis terdiri dari terminal lex, slex, slea, dan ley. (4) o-glikan terpotong meliputi antigen tn, stn, dan tf. (5) glikan asam polisialat juga diekspresikan dalam sel tumor (Segatori et al., 2023). Singkatnya, antigen karbohidrat telah diidentifikasi sebagai biomarker potensial untuk kanker prostat karena pola ekspresi uniknya pada sel kanker. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami sepenuhnya mekanisme kontribusi antigen ini terhadap kanker prostat dan untuk mengeksplorasi potensinya sebagai target diagnostik dan terapeutik.

Virus Sebagai Biomarker Kanker Prostat

Virus telah dieksplorasi sebagai biomarker potensial untuk kanker prostat karena hubungannya yang unik dengan penyakit tersebut. Kehadiran virus dalam sel kanker prostat dapat menjadi indikasi penyakit dan bahkan berperan dalam perkembangan dan perkembangannya (Alarcón-Zendejas et al., 2022). Virus diketahui berkontribusi pada sekitar 15-20% dari seluruh kanker pada manusia, menjadikannya biomarker yang menarik untuk diagnosis dan pemantauan kanker. Misalnya, Virus Epstein-Barr (EBV) dikaitkan dengan karsinoma nasofaring dan limfoma, sedangkan Human Papillomavirus (HPV) dikaitkan dengan kanker serviks dan kanker kepala dan leher (Teixeira et al., 2017).

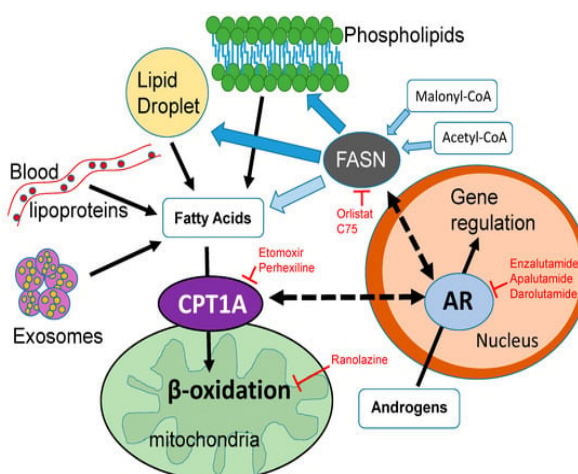


Gambar 14. potensi biomarker urin untuk kanker prostat. urine setelah pijat prostat mengandung banyak biomarker potensial untuk pc, termasuk sel, dna, rna, protein, eksosom, bakteri, virus, dan molekul kecil lainnya (www.researchgate.net).

Virus ini diketahui menginfeksi sel manusia dan menginduksi apoptosis, yang dapat digunakan sebagai strategi terapi pengobatan kanker prostat. Biomarker sensitivitas kanker prostat terhadap virus dapat membantu mengidentifikasi pasien yang lebih mungkin merespons jenis pengobatan ini

Lipid Sebagai Biomarker Kanker Prostat

Lipid telah dipelajari secara ekstensif sebagai biomarker potensial untuk kanker prostat karena hubungannya yang unik dengan penyakit tersebut, Kehadiran lipid tertentu dalam darah atau jaringan pasien dengan kanker prostat dapat mengindikasikan adanya penyakit dan bahkan berpotensi memprediksi perkembangannya (Zhou et al., 2012).



Gambar 15. panah putus-putus mewakili mekanisme yang tidak diketahui yang menghubungkan pembakaran lemak di mitokondria melalui cpt1a (karnitin palmitoyltransferase 1a) dan sintesis lemak di sitoplasma melalui enzim fasn (asam lemak sintase). panah hitam pekat menunjukkan hubungan langsung. label merah dan batang t merah mewakili obat penghambat yang digunakan di klinik. etomoxir dan c75 tidak digunakan pada manusia. diagram ini menunjukkan beberapa sumber asam lemak yang tersedia di mitokondria, termasuk lipid yang baru disintesis melalui fasn. panah biru muda menunjukkan substrat untuk fasn dan produknya, asam lemak palmitat. asam lemak 16 karbon ini dapat

memanjang dan/atau desaturasi. proporsi asam lemak yang baru disintesis yang dibakar dalam pca tidak diketahui. panah biru tua menunjukkan bahwa pca juga dapat digunakan untuk pembentukan fosfolipid dan tetesan lipid, yang mengandung trigliserida dan ester kolesterol.

Kesimpulan

Biomarker memainkan peran penting dalam deteksi dan diagnosis kanker prostat, biomarker dapat digunakan untuk mengidentifikasi diagnosis dini kanker prostat secara spesifik dalam sampel biologis, mendiagnosis kanker, dan memprediksi hasil pengobatan. Beberapa biomarker yang dapat digunakan dalam Deteksi, Diagnosis, dan Prognosis Identifikasi Dini Kanker Prostat yakni: Biofluid Biomarkers, Imaging Biomarkers, Needle Biopsy, Mutasi dan Perubahan Gen, DNA, RNA, Epigenetik, Protein, Metabolit Biomarker, Sel, Lamin, Galektin, Antigen karbohidrat, virus dan lipid, cara-cara ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi biomarker spesifik dalam sampel biologis, mendiagnosis kanker, dan memprediksi hasil pengobatan. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkan biomarker yang lebih efektif dan meningkatkan diagnosis dan pengobatan kanker

DAFTAR PUSTAKA

- Abe, O., Abe, R., Enomoto, K., Kikuchi, K., Koyama, H., Masuda, H., Nomura, Y., Ohashi, Y., Sakai, K., Sugimachi, K., Toi, M., Tominaga, T., Uchino, J., Yoshida, M., Haybittle, J. L., Leonard, C. F., Calais, G., Geraud, P., Collett, V., ... Caffier, H. (2011). Relevance of breast cancer hormone receptors and other factors to the efficacy of adjuvant tamoxifen: Patient-level meta-analysis of randomised trials. *The Lancet*, 378(9793), 771–784. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60993-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60993-8)
- Alarcón-Zendejas, A. P., Scavuzzo, A., Jiménez-Ríos, M. A., Álvarez-Gómez, R. M., Montiel-Manríquez, R., Castro-Hernández, C., Jiménez-Dávila, M. A., Pérez-Montiel, D., González-Barrios, R., Jiménez-Trejo, F., Arriaga-Canon, C., & Herrera, L. A. (2022). The promising role of new molecular biomarkers in prostate cancer: from coding and non-coding genes to artificial intelligence approaches. *Prostate Cancer and Prostatic Diseases*, 25(3), 431–443. <https://doi.org/10.1038/s41391-022-00537-2>
- Aveta, A., Cilio, S., Contieri, R., Spena, G., Napolitano, L., Manfredi, C., Franco, A., Crocero, F., Cerrato, C., Ferro, M., Del Giudice, F., Verze, P., Lasorsa, F., Salonia, A., Nair, R., Walz, J., Lucarelli, G., & Pandolfo, S. D. (2023). Urinary MicroRNAs as Biomarkers of Urological Cancers: A Systematic Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(13). <https://doi.org/10.3390/ijms241310846>
- Basch, E., Prestrud, A. A., Hesketh, P. J., Kris, M. G., Feyer, P. C., Somerfield, M. R., Chesney, M., Clark-Snow, R. A., Flaherty, A. M., Freundlich, B., Morrow, G., Rao, K. V., Schwartz, R. N., & Lyman, G. H. (2011). Antiemetics: American Society of Clinical Oncology clinical practice guideline update. *Journal of Clinical Oncology*, 29(31), 4189–4198. <https://doi.org/10.1200/JCO.2010.34.4614>
- Das, S., Dey, M. K., Devireddy, R., & Gartia, M. R. (2024). Biomarkers in Cancer Detection, Diagnosis, and Prognosis. In *Sensors* (Vol. 24, Issue 1). <https://doi.org/10.3390/s24010037>
- Dubik, N., & Mai, S. (2020). Lamin A/C: Function in normal and tumor cells. *Cancers*, 12(12), 1–21. <https://doi.org/10.3390/cancers12123688>
- Ebrahim, A. H., Alalawi, Z., Mirandola, L., Rakhshanda, R., Dahlbeck, S., Nguyen, D., Jenkins, M.,

- Grizzi, F., Cobos, E., Figueroa, J. A., & Chiriva-Internati, M. (2014). Galectins in cancer: Carcinogenesis, diagnosis and therapy. *Annals of Translational Medicine*, 2(9), 1–7. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2305-5839.2014.09.12>
- Friedemann, M., Jandek, C., Tautz, L., Gutewort, K., von Rein, L., Sukocheva, O., Fuessel, S., & Menschikowski, M. (2024). Blood-Based DNA Methylation Analysis by Multiplexed OBBPA-ddPCR to Verify Indications for Prostate Biopsies in Suspected Prostate Cancer Patients. *Cancers*, 16(7). <https://doi.org/10.3390/cancers16071324>
- Gumenku, L., Sekhoacha, M., Abrahams, B., Mashele, S., Shoko, A., & Erukainure, O. L. (2024). Genetic Signatures for Distinguishing Chemo-Sensitive from Chemo-Resistant Responders in Prostate Cancer Patients. *Current Issues in Molecular Biology*, 46(3), 2263–2277. <https://doi.org/10.3390/cimb46030145>
- Jetty, S., Loftus, J. R., Patel, A., Gupta, A., Puri, S., & Dogra, V. (2023). Prostate Cancer—PET Imaging Update. *Cancers*, 15(3), 796. <https://doi.org/10.3390/cancers15030796>
- Lima, A. R., Pinto, J., Amaro, F., Bastos, M. de L., Carvalho, M., & Guedes De Pinho, P. (2021). Advances and perspectives in prostate cancer biomarker discovery in the last 5 years through tissue and urine metabolomics. In *Metabolites* (Vol. 11, Issue 3). <https://doi.org/10.3390/metabo11030181>
- Mikami, H., Noguchi, S., Akatsuka, J., Hasegawa, H., Obayashi, K., Takeda, H., Endo, Y., Toyama, Y., Takei, H., Kimura, G., Kondo, Y., & Takizawa, T. (2024). snRNAs from Radical Prostatectomy Specimens Have the Potential to Serve as Prognostic Factors for Clinical Recurrence after Biochemical Recurrence in Patients with High-Risk Prostate Cancer. *Cancers*, 16(9), 1757. <https://doi.org/10.3390/cancers16091757>
- Pal, M., Muinao, T., Boruah, H. P. D., & Mahindroo, N. (2022). Current advances in prognostic and diagnostic biomarkers for solid cancers: Detection techniques and future challenges. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 146(December 2021), 112488. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.112488>
- Passaro, A., Al Bakir, M., Hamilton, E. G., Diehn, M., André, F., Roy-Chowdhuri, S., Mountzios, G., Wistuba, I. I., Swanton, C., & Peters, S. (2024). Cancer biomarkers: Emerging trends and clinical implications for personalized treatment. *Cell*, 187(7), 1617–1635. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.02.041>
- Rago, V., Perri, A., & Di Agostino, S. (2023). New Therapeutic Perspectives in Prostate Cancer: Patient-Derived Organoids and Patient-Derived Xenograft Models in Precision Medicine. *Biomedicines*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/biomedicines11102743>
- Segatori, V. I., Ferreira, G. M., Rojo, S., Nogueira, A. C., Castillo, J. O., Gulino, C. A., & Gabri, M. R. (2023). Mimicry of Tumour-Associated Carbohydrates: Is It a Promising Option for Cancer Treatment? *Immuno*, 3(2), 122–147. <https://doi.org/10.3390/immuno3020009>
- Siegel, R. L., Miller, K. D., & Jemal, A. (2019). Cancer statistics, 2019. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 69(1), 7–34. <https://doi.org/10.3322/caac.21551>
- Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A., & Bray, F. (2021). Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 71(3), 209–249. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>
- Teixeira, A. A., Marchiò, S., Dias-Neto, E., Nunes, D. N., da Silva, I. T., Chackerian, B., Barry, M.,

- Lauer, R. C., Giordano, R. J., Sidman, R. L., Wheeler, C. M., Caveness, W. K., Pasqualini, R., & Arap, W. (2017). Going viral? Linking the etiology of human prostate cancer to the PCA 3 long noncoding RNA and oncogenic viruses. *EMBO Molecular Medicine*, 9(10), 1327–1330. <https://doi.org/10.15252/emmm.201708072>
- Valdés-Mora, F., & Clark, S. J. (2015). Prostate cancer epigenetic biomarkers: Next-generation technologies. *Oncogene*, 34(13), 1609–1618. <https://doi.org/10.1038/onc.2014.111>
- Villers, A., & Grosclaude, P. (2008). Épidémiologie du cancer de la prostate. Article de revue. In *Medecine Nucleaire* (Vol. 32, Issue 1, pp. 2–4). <https://doi.org/10.1016/j.mednuc.2007.11.003>
- Wakita, H., Lu, Y., Li, X., Kobayashi, T., Hachiya, T., Ide, H., & Horie, S. (2024). Evaluating Leukocyte Telomere Length and Myeloid-Derived Suppressor Cells as Biomarkers for Prostate Cancer. *Cancers*, 16(7), 1–11. <https://doi.org/10.3390/cancers16071386>
- Zhou, X., Mao, J., Ai, J., Deng, Y., Roth, M. R., Pound, C., Henegar, J., Welti, R., & Bigler, S. A. (2012). Identification of Plasma Lipid Biomarkers for Prostate Cancer by Lipidomics and Bioinformatics. *PLoS ONE*, 7(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048889>