

Pencegahan Penyakit Kanker Payudara dengan Bioinformatika : Membangun Masa Depan Kesehatan

Rifani Khairani Pohan^{1*}, Juan Dini², Mutiarani Mutiarani³, M. Iqbal⁴, Fatur Rahman⁵

¹⁻⁵Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

Email: rifanipohan@gmail.com^{1*}, mhdiball20@gmail.com², tatayaa10@gmail.com³,
juandini975@gmail.com⁴, faturrhmn329@gmail.com⁵

Korespondensi penulis : rifanipohan@gmail.com

Abstract Bioinformatics can help identify cancer risk factors, predict cancer, and develop effective prevention strategies. The development of bioinformatics technologies such as genetic data analysis, development of prediction models, and personalization of treatment have opened up new opportunities in cancer prevention. This research aims to examine the role of bioinformatics in preventing cancer and building a better health future. By understanding the potential of bioinformatics, we can develop effective prevention strategies and improve people's quality of life. Prevention and efforts to control breast cancer were discovered using bioinformatics technology. This research shows that the implementation of bioinformatics has a positive impact on efforts to prevent breast cancer for the future of health.

Keywords: Bioinformatics, Breast, Cancer, Prevention

Abstrak Bioinformatika dapat membantu mengidentifikasi faktor risiko kanker, memprediksi kanker, dan mengembangkan strategi pencegahan yang efektif. Pengembangan teknologi bioinformatika seperti analisis data genetik, pengembangan model prediksi, dan personalisasi pengobatan telah membuka peluang baru dalam pencegahan kanker. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji peran bioinformatika dalam pencegahan kanker dan membangun masa depan kesehatan yang lebih baik. Dengan memahami potensi bioinformatika, kita dapat mengembangkan strategi pencegahan yang efektif dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Ditemukan pencegahan dan upaya penanggulangan kanker payudara dengan teknologi bioinformatika. Penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi bioinformatika memberikan dampak positif dalam upaya pencegahan kanker payudara guna masa depan kesehatan.

Kata Kunci : Bioinformatika, Kanker, Payudara, Pencegahan

1. PENDAHULUAN

Penyakit kanker merupakan salah satu penyebab kematian terbesar di dunia. Menurut World Health Organization (WHO), kanker menyebabkan 9,6 juta kematian di dunia pada tahun 2018. Di Indonesia, kanker juga menjadi penyebab kematian kedua terbesar setelah penyakit jantung. Kanker payudara adalah jenis kanker yang terjadi pada jaringan payudara, terutama pada wanita. Kanker payudara juga merupakan penyebab kematian kedua terbesar di kalangan wanita di dunia. Jumlah kasus baru di Amerika Serikat pada tahun 2003 mencapai 211.300 orang dan 39.800 pasien meninggal akibat kanker payudara. Kanker payudara merupakan jenis kanker terbanyak di Indonesia, dengan 48.913 kasus baru pada tahun 2020.

Deteksi dini kanker payudara penting secara medis karena berpotensi menawarkan intervensi penyelamatan nyawa bagi pasien diberbagai Negara dan kawasan. Faktor resiko kanker payudara adalah jenis kelamin, dengan perbandingan laki-laki dan perempuan kira-kira 1:100, berdasarkan data penelitian Harianto et al (2005), faktor resiko kanker payudara di

antaranya adalah riwayat keluarga dengan penderita kanker payudara (15,79%), menarche dini (8,77%), nullipara (7,02%) dan pemakaian pil yang mengandung estrogen jangka panjang (42,11%). Selain itu, juga terdapat faktor resiko lain yang di duga berpengaruh terhadap kejadian kanker payudara yaitu menopause terlambat, riwayat pemberian ASI, dan obesitas (Harianto, 2005). Penyakit kanker tidak hanya mempengaruhi kesehatan individu, tetapi juga berdampak pada ekonomi dan sosial. Biaya pengobatan kanker yang tinggi dan produktivitas yang menurun dapat memperburuk kondisi ekonomi keluarga dan masyarakat (Gengshen Yin,, Liyuan Liu, Ting Yu,, Man Feng, 2024).

Perkembangan teknologi kesehatan telah membuka peluang baru dalam pencegahan dan pengobatan penyakit kanker. Salah satu teknologi yang menjanjikan adalah bioinformatika. Bioinformatika menggabungkan ilmu computer, biologi, dan kedokteran untuk mengembangkan solusi kesehatan yang lebih efektif. Kajian bioinformatika tidak lepas dari perkembangan biologi molekuler modern yang ditandai dengan kemampuan manusia untuk memahami genom, yaitu cetak biru informasi genetic yang menentukan sifat setiap makhluk hidup yang disandi dalam bentuk pita molekul DNA (asam deoksiribonukleat). Kemampuan untuk memahami dan memanipulasi kode genetik DNA ini sangat di dukung oleh teknologi informasi melalui perangkat-perangkat keras maupun lunak.

Bioinformatika dapat membantu mengidentifikasi faktor risiko kanker, memprediksi kanker, dan mengembangkan strategi pencegahan yang efektif. Pengembangan teknologi bioinformatika seperti analisis data genetik, pengembangan model prediksi, dan personalisasi pengobatan telah membuka peluang baru dalam pencegahan kanker. Pada jangka panjang analisis bioinformatika yang terintegrasi dari data genomik, patologik dan klinis pada uji-uji klinis akan memungkinkan reaksi obat dari individu dapat diketahui dengan menggunakan tes genetik yang sederhana.

Upaya pencegahan kanker payudara dapat dilakukan melalui deteksi dini, pengobatan yang tepat, dan perubahan gaya hidup sehat. Bioinformatika dapat membantu mengidentifikasi faktor resiko kanker dan mengembangkan strategi pencegahan yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji peran bioinformatika dalam pencegahan kanker dan membangun masa depan kesehatan yang lebih baik. Dengan memahami potensi bioinformatika, kita dapat mengembangkan strategi pencegahan yang efektif dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat.

2. KAJIAN TEORITIS

Bioinformatika Untuk Menganalisis Kanker Payudara

Analisis bioinformatika dapat membantu para peneliti untuk memahami mekanisme molekuler kanker payudara, menemukan target baru untuk diagnosis dan terapi, serta menemukan biomarker baru untuk prediktor prognostik. Untuk menganalisis kanker payudara dapat digunakan dengan analisis genomik (Wargasetia, 2006). Analisis genomik adalah proses identifikasi, pengukuran, atau perbandingan fitur genom, seperti urutan DNA, ekspresi gen, dan variasi struktural. Genomik adalah cabang ilmu biologi yang mempelajari rangkaian lengkap informasi genetik dalam suatu organisme. Dalam menganalisis kanker payudara menggunakan analisis genomic diperlukan teknik sebagai berikut:

Isolasi DNA dan RNA Genomik

Isolasi DNA genomik merupakan teknik yang digunakan untuk mendapatkan DNA murni dari sel atau jaringan yang tidak mengandung protein dan RNA. DNA genomic merupakan keseluruhan informasi genetik suatu organisme. Isolasi RNA merupakan teknik untuk memisahkan RNA dari zat lain sehingga dihasilkan RNA murni. DNA genomik umumnya berukuran besar dan terorganisasi menjadi kromosom. Total DNA diisolasi dari sampel jaringan beku segar menggunakan QIAamp DNA Mini Kit (Qiagen, Hilden, Jerman), dan sampel darah menggunakan QIAamp DNA Blood Mini Kit (Qiagen). Reagen TRIzol (Tiangen, Beijing, Cina) digunakan untuk mengekstraksi RNA dari jaringan tumor beku segar. Kemurnian total DNA dan RNA diperkirakan dengan mengukur absorbansi pada 260 nm (A₂₆₀).

Pengurutan DNA

Pengurutan DNA adalah proses atau teknik penentuan urutan basa nukleotida pada molekul DNA penderita gejala kanker payudara. Urutan tersebut dikenal sebagai sekuens DNA, yang merupakan informasi paling mendasar suatu gen atau genom karena mengandung intruksi yang dibutuhkan. Sampel DNA genomik yang memenuhi syarat disiapkan dari sampel jaringan dan darah tepi untuk WES (Anggorowati, 2013). Secara singkat, 3 µg DNA dipotong menjadi fragmen pendek sepanjang 150 hingga 200 bp menggunakan ultrasonikator Covaris M220 (Termo Fisher Scientific, Waltham, MA, AS). Kontrol kualitas dilakukan menggunakan sistem Bioanalyzer 2100 (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, AS) setelah fragmentasi. Pustaka dibuat menggunakan kit KAPA Library Quantification (KAPA Biosystems, Afrika Selatan) dan “SureSelectXT Human All Exon V6” (Agilent Technologies) sesuai dengan protokol pabrik pembuat. Kit digunakan untuk memperkaya 357.999 ekson dari 21.522 gen, yang mencakup sekitar 60 Mb genom manusia. Pustaka DNA yang tervalidasi diurutkan

dengan operasi berpasangan pada Illumina NovaSeq 6000 (Illumina Inc., San Diego, CA, AS) oleh CapitalBio (Beijing, Cina).

Pengurutan RNA

Pengurutan RNA atau RNA-Seq, adalah teknologi terbaru untuk mempelajari transkriptom, yaitu set lengkap transkrip RNA sebagai pembacaan genom dalam sel atau populasi sel. Teknologi ini secara langsung mengurutkan molekul RNA dalam transkriptom untuk menentukan gen asal dan kelimpahannya. Singkatnya, total RNA yang diisolasi ditranskripsi balik menjadi cDNA dengan primer poli-dT menggunakan kit Hifair® (Yeasen Biotech, Shanghai, Tiongkok). Pustaka RNA-seq disiapkan melalui sintesis cDNA, perbaikan ujung, adenilasi 3', ligasi adaptor, amplifikasi, dan pemurnian produk. Kontrol kualitas dilakukan menggunakan Agilent 2100 Bioanalyzer (Agilent Technologies) dengan chip DNA.

Bioinformatika Untuk Pencegahan Kanker Payudara

Bioinformatika memainkan peran penting dalam pencegahan dan pengobatan kanker payudara melalui beberapa cara:

Pencegahan

Analisis Genetik

Analisis genetik adalah ilmu yang dapat membantu mengidentifikasi perbedaan genetik yang dapat meningkatkan resiko penyakit atau memengaruhi respons obat. Analisis genetik dapat membantu menentukan pengobatan yang paling efektif untuk pasien kanker. Analisis genetic modern menggunakan teknik-teknik canggih seperti plasmid, YAC, dan BAC, untuk menganalisis DNA. Bioinformatika membantu mengidentifikasi mutasi genetik yang meningkatkan risiko kanker payudara, seperti BRCA1 dan BRCA2.



Gambar 1 BRCA1/2 (Shutterstock.com)

Prediksi Risiko

Prediksi risiko adalah model statistik yang menggunakan algoritma pembelajaran mesin dan teknik analisis statistik untuk menemukan pola dalam kumpulan data. Model prediksi risiko dapat membantu pengambilan keputusan berbasis data yang dioptimalkan untuk

risiko dalam kanker payudara. Algoritma bioinformatika menghitung risiko kanker payudara berdasarkan faktor genetik, riwayat keluarga, dan faktor lainnya.

Deteksi Dini

Bioinformatika membantu menganalisis data mammografi dan citra medis lainnya untuk mendeteksi kanker payudara pada tahap awal.

Pengobatan

Personalisasi Pengobatan

Bioinformatika membantu mengembangkan rencana pengobatan yang disesuaikan dengan profil genetik pasien. Personalisasi pengobatan bertujuan untuk memberikan perawatan yang paling efektif dan sesuai dengan kebutuhan masing-masing pasien. Pendekatan ini dapat mengurangi efek samping, mencegah prognosis penyakit yang lebih buruk, mempercepat proses pemulihan pasien, dan mengalihkan fokus dari perawatan reaktif ke pencegahan proaktif.

Analisis Respons Pengobatan

Bioinformatika menganalisis data untuk memprediksi respons pasien terhadap pengobatan. Analisis respons pengobatan bertujuan untuk mencari penyebab masalah atau potensi masalah respon terapi obat, serta menilai jika terjadi keluhan lainnya yang dicurigai akibat efek samping terapi obat.

Pengembangan Obat Baru

Bioinformatika membantu mengidentifikasi target molekul untuk pengembangan obat anti kanker.

3. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa kanker payudara merupakan salah satu penyebab kematian terbesar di dunia. Faktor resiko kanker payudara adalah jenis kelamin, dengan perbandingan laki-laki dan perempuan kira-kira 1:100, berdasarkan data penelitian Harianto et al (2005). Perkembangan teknologi kesehatan telah membuka peluang baru dalam pencegahan dan pengobatan penyakit kanker. Salah satu teknologi yang menjanjikan adalah bioinformatika. Bioinformatika menggabungkan ilmu computer, biologi, dan kedokteran untuk mengembangkan solusi kesehatan yang lebih efektif. Dalam menganalisis kanker payudara menggunakan teknologi bioinformatika dapat di analisis menggunakan genom. Dengan mengurutkan DNA dan RNA penderita gejala kanker payudara. Ditemukan pencegahan dan upaya penanggulangan kanker payudara dengan teknologi

bioinformatika. Penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi bioinformatika memberikan dampak positif dalam upaya pencegahan kanker payudara guna masa depan kesehatan.

Saran

Untuk mengoptimalkan penerapan bioinformatika dalam melakukan pencegahan penyakit kanker payudara, beberapa hal perlu dilakukan : diperlukan data center yang memadai untuk menyimpan dan mengolah data besar dengan menggunakan perangkat lunak bioinformatika yang mutakhir. Dan diperlukan ahli bioinformatika dengan keahlian dalam analisis data genetik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggorowati, L. (2013). FAKTOR RISIKO KANKER PAYUDARA WANITA. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 121-126.
- Aprijani, D.A., & Elfaizi, MA. (2004). *Bioinformatika Perkembangan, Disiplin Ilmu dan Penerapannya di Indonesia*.
- Bruce PJ, Yip K, Bratman SV, et al. Nasopharyngeal cancer: Molecular landscape. *Journal of Clinical Oncology*. 2015 Oct 10;23(29):3346
- Djoerban, Z. 2003. Kanker Payudara:Yang Penting dan Perlu Diketahui. *Medicinal:Jurnal Kedokteran*, 4(2)
- Emilien, G., Ponchon, M., Caldas, C., Isacson, O., Maloteaux, J.M. 2000. Impact of Genomics on Drug Discovery and Clinical Medicine. *QJ Med* 93:391-423
- Gengshen Yin,, Liyuan Liu, Ting Yu,, Man Feng. (2024). Genomic and transcriptomic analysis of breast cancer identifies novel signatures associated with response to neoadjuvant chemotherapy. *Genome Medicine*, 2-19.
- Hariato dkk. 2005. Risiko Penggunaan pil Kontrasepsi kombinasi terhadap Kejadian Kanker Payudara pada reseptor KB di perjan RS.Dr.Cipto Mangunkusumo. *Majalah Ilmu Farmasi*, 2(1)
- Horner DS, et al.(2010) Bioinformatics approaches for genomics and post genomics applications of next-generation sequencing. *Briefings in Bioinformatics*. 11(2):181-97.
- Oduola, A.M.J. 2004. *Special Programme for Research & Training in Tropical Diseases. UNICEF/UNDP/World Bank/WHO*.
- Wargasetia, T. L. (2006). Peran Bioinformatika dalam Bidang Kedokteran. *JKM*, 59-72.