

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Supernova adalah peristiwa kosmik ketika bintang mengalami ledakan luar biasa terang dan melepaskan energi dalam jumlah sangat besar di akhir hidupnya. Proses ini dapat membuat supernova bersinar lebih terang daripada seluruh galaksi untuk waktu yang singkat (Singh & Roy, 2024).

Supernova Tipe Ia (SNe Ia) merupakan objek kosmologis yang sangat penting karena perannya sebagai *standard candles* (Filippenko, 1997). Hal ini memungkinkan pengukuran jarak kosmologis hingga *redshift* tinggi dan menjadi dasar dalam penemuan ekspansi alam semesta. Akurasi dan presisi dalam standardisasi luminositas SNe Ia krusial bagi studi mengenai energi gelap (*dark energy*), parameter kosmologis, dan struktur alam semesta (Riess et al., 1998).

Kalibrasi dan koreksi data Supernova Tipe Ia telah dilakukan dalam beberapa penelitian terakhir. Namun, walaupun koreksi terhadap bentuk kurva cahaya dan warna telah secara signifikan mengurangi penyebaran dalam hubungan magnitudo, masih terdapat penyimpangan sistematis yang menunjukkan bahwa SNe Ia bukanlah *standard candles* yang sepenuhnya homogen (Carlberg et al., n.d.). Salah satu faktor yang diduga menjadi penyebab variabilitas ini adalah sifat dari bintang leluhur (progenitor), khususnya usia bintang yang meledak sebagai SNe Ia.

Penelitian sebelumnya, termasuk oleh (Kang et al., 2020), telah menemukan adanya korelasi yang signifikan antara usia progenitor dan luminositas tersisa SNe Ia setelah standardisasi. Dalam studi tersebut, digunakan data dari kompilasi Pantheon yang mencakup sekitar 1048 supernova. (Rose et al., 2020) menggunakan metode pengelompokan galaksi induk berdasarkan usia populasi bintang untuk mengevaluasi perbedaan magnitudo absolut. Mereka menemukan bahwa SNe Ia yang berasal dari progenitor tua (lebih dari 1 milyar tahun) cenderung memiliki magnitudo lebih terang sekitar 0,06 mag dibanding yang berasal dari progenitor muda, meskipun telah dikoreksi bentuk kurva cahaya dan warna.

Penelitian ini dilakukan untuk meneliti kembali korelasi antara usia progenitor dan luminositas SNe Ia dengan menggunakan data Pantheon+ dan metode regresi Bayesian sebagai pembaruan dari analisis sebelumnya yang menggunakan dataset Pantheon (Brout et al., 2022). Metode regresi Bayesian digunakan karena dataset Pantheon+ memuat data Supernova Tipe Ia yang berasal dari berbagai survei dan memiliki error yang berbeda pada setiap supernova. Metode ini dapat memperhitungkan ketidakpastian individual, penyebaran intrinsik supernova sehingga sesuai dataset Pantheon+ yang memuat data yang tidak homogen (Hinton et al., 2019). Berbeda dengan metode regresi linier klasik yang tidak bisa memperhitungkan ketidakpastian individual setiap data supernova.

Penelitian ini penting dilakukan sebab jika keterkaitan tersebut nyata dan signifikan, maka pendekatan standardisasi luminositas harus disesuaikan untuk menghindari bias sistematis dalam estimasi jarak kosmologis. Kesalahan kecil dalam magnitudo absolut dapat menyebabkan bias dalam estimasi parameter kosmologi, seperti konstanta Hubble (H_0) dan parameter energi gelap. Perkembangan terbaru dalam kompilasi data, seperti Pantheon+ (Scolnic et al., 2022), memberi peluang untuk mengulang kembali analisis tersebut dengan dataset yang lebih besar, homogen, dan telah dikalibrasi ulang secara sistematis. Pantheon+ mencakup lebih dari 1701 SNe Ia dengan pemrosesan ulang fotometri dan *redshift*, serta kalibrasi lintas-survei yang lebih konsisten, sehingga meningkatkan reliabilitas analisis statistik.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana hubungan antara usia progenitor dan luminositas supernova Tipe Ia?
2. Bagaimana konsistensi korelasi usia progenitor dan luminositas supernova Tipe Ia berdasarkan data Pantheon+ dibandingkan dengan studi sebelumnya?

1.3 Batasan Masalah

1. Penelitian hanya berfokus pada korelasi antara usia progenitor dengan luminositas dalam kerangka model kosmologis Λ CDM.
2. Analisis hubungan antara usia progenitor dan luminositas dilakukan melalui pendekatan regresi Bayesian terhadap nilai Hubble Residual.
3. Penelitian tidak membahas jenis supernova lain atau aspek non-fotometrik seperti spektrum dan metalisitas.

4. Estimasi usia progenitor menggunakan proksi berbasis *redshift* yang tidak secara langsung mengukur usia bintang atau sistem biner progenitor.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui hubungan antara usia progenitor terhadap luminositas supernova Tipe Ia.
2. Mengkaji konsistensi hubungan usia progenitor dan luminositas supernova Tipe Ia berdasarkan data Pantheon+ dibandingkan dengan studi sebelumnya.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Menjadi pertimbangan dalam pengembangan studi data observasi Astrofisika.
2. Memberikan kontribusi terhadap peningkatan keakuratan penentuan parameter kosmologi seperti konstanta Hubble.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penulisan laporan tugas akhir ini mengacu pada beberapa pembahasan yang diuraikan secara singkat sebagai berikut:

1. BAB I

Pendahuluan berisi tentang beberapa informasi dalam penelitian diantaranya adalah latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penelitian.

2. BAB II

Tinjauan Pustaka menjelaskan teori-teori yang berhubungan dengan penelitian seperti Supernova, Hubble Residual, *Redshift*, Usia Progenitor, Luminositas, dataset Pantheon+, dan regresi Bayesian.

3. BAB III

Metode Penelitian menjelaskan informasi mengenai bagaimana penelitian ini dilakukan termasuk informasi tempat, waktu, dan rancangan penelitian ini dilakukan serta penjelasan mengenai prosedur penelitian.

4. BAB IV

Hasil dan Pembahasan, memaparkan hasil penelitian berupa penjelasan hasil korelasi antara usia progenitor terhadap luminositas supernova Tipe Ia yang diperoleh.

5. BAB V

Penutup, berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran penelitian lanjutan. Dengan data yang lebih lengkap dan memperhatikan lingkungan galaksi induk dari supernova Tipe Ia.

