



Uji Sitotoksitas Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum* W.) Terhadap Pertumbuhan Akar Sel Bawang Bombay (*Allium cepa* L.)

Mira Nirwana¹, Syahla Rohmawati², Nafisa Putri Adilah³

^{1,2,3}Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan alam, Universitas Padjadjaran, Jatinangor 45363, Jawa Barat, Indonesia

Email : mira22001@mail.unpad.ac.id , syahla22002@mail.unpad.ac.id , nafisa22002@mail.unpad.ac.id

Abstract

Bay leaf extract (*Syzygium polyanthum* W.) contains various bioactive compounds that potentially affect the cell division process and the stability of genetic material. Cytotoxicity and genotoxicity testing using the *Allium cepa* test method is widely used to determine the effect of bioactive compounds on mitotic activity and chromosomal aberrations. This study aimed to determine the effect of bay leaf extract on the mitotic index and chromosomal aberrations in *Allium cepa* L. root cells. This study used an experimental method with a Completely Randomized Design (CRD) consisting of bay leaf extract treatments at concentrations of 5%, 10%, and 15%, as well as distilled water as the control. Observations were conducted on the meristematic root cells of *Allium cepa* using a light microscope at 400× magnification. The observed parameters included mitotic phases, mitotic index, and chromosomal aberrations. Mitotic index data were analyzed using ANOVA followed by Duncan's test at a 95% confidence level. The results showed that bay leaf extract caused a decrease in the mitotic index along with increasing treatment concentrations. The mitotic index values in the control and treatments of 5%, 10%, and 15% were 52.37%, 45.30%, 41.13%, and 26.13%, respectively. Bay leaf extract treatment also caused several types of chromosomal aberrations, namely sticky metaphase, chromosome break, bridge, multi bridge, ring, and c-mitosis. These results indicated that bay leaf extract had cytotoxic and genotoxic effects on the meristematic root cells of *Allium cepa*. The higher the extract concentration applied, the stronger the inhibition of cell proliferation and the disruption of genetic material stability produced.

Keywords: *Allium cepa*, bay leaf, chromosomal aberration, cytotoxicity, genotoxicity, mitotic index, *Syzygium polyanthum*.

Abstrak

Ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum* W.) mengandung berbagai senyawa bioaktif yang berpotensi memengaruhi proses pembelahan sel dan kestabilan materi genetik. Pengujian sitotoksitas dan genotoksitas menggunakan metode *Allium cepa* test banyak digunakan untuk mengetahui pengaruh senyawa bioaktif terhadap aktivitas mitosis dan aberasi kromosom. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ekstrak daun salam terhadap indeks mitosis dan aberasi kromosom pada sel akar *Allium cepa* L. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas perlakuan ekstrak daun salam konsentrasi 5%, 10%, dan 15% serta akuades sebagai kontrol. Pengamatan dilakukan pada sel meristematik akar *Allium cepa* menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 400×. Parameter yang diamati meliputi fase mitosis, indeks mitosis, dan aberasi kromosom. Data indeks mitosis dianalisis menggunakan uji ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun salam menyebabkan penurunan indeks mitosis seiring dengan peningkatan konsentrasi perlakuan. Nilai indeks mitosis pada kontrol, konsentrasi 5%, 10%, dan 15% berturut-turut sebesar 52,37%; 45,30%; 41,13%; dan 26,13%. Perlakuan ekstrak daun salam juga menyebabkan munculnya

beberapa jenis aberasi kromosom, yaitu sticky metaphase, chromosome break, bridge, multi bridge, ring, dan c-mitosis. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ekstrak daun salam memiliki efek sitotoksik dan genotoksik terhadap sel meristematik akar *Allium cepa*. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang diberikan, semakin kuat penghambatan proliferasi sel dan gangguan kestabilan materi genetik yang dihasilkan.

Kata kunci: *Allium cepa*, aberasi kromosom, daun salam, genotoksitas, indeks mitosis, sitotoksitas, *Syzygium polyanthum*.

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Daun salam (*Syzygium polyanthum* W.) merupakan tanaman yang banyak tumbuh di Indonesia. Daun salam sering digunakan sebagai bumbu penyedap alami di berbagai macam masakan. Selain itu, daun salam juga sering dimanfaatkan sebagai obat tradisional. Pemanfaatan tanaman untuk obat sudah umum bagi masyarakat sejak jaman dahulu. Untuk mendalami efek toksisitas daun salam, penelitian akan dilakukan dengan memeriksa efek dari ekstrak daun salam pada sel-sel normal. Salah satu pendekatan yang dilakukan adalah melalui pengamatan terhadap proses mitosis pada sel akar bawang bombay (*Allium cepa* L.).

Masyarakat Indonesia telah menggunakan bahan alam secara turun temurun sebagai obat tradisional, bumbu dapur, atau rempah dalam melengkapi cita rasa pada masakan, salah satunya adalah daun salam. Daun salam (*Syzygium polyanthum* W.) merupakan tumbuhan yang banyak dimanfaatkan untuk penyedap alami dan pengobatan karena khasiatnya yang berlimpah. Daun salam memiliki kandungan kimia yang beragam, yaitu flavonoid, tanin, minyak atsiri, seskuiterpen, triterpenoid, steroid, sitral, dan saponin (Nazirah *et al.*, 2023). Kandungan tersebut berperan sebagai antibakteri, antivirus, antibiotik, anti-inflamasi, antikanker, dan antioksidan yang berperan sebagai pertahanan tubuh (Wahyudi *et al.*, 2024). Oleh karena itu ekstrak daun salam menjadi salah satu alternatif penyembuhan luka karena bahannya yang umum diketahui, mudah didapat dan harganya relatif murah, sehingga dapat digunakan sebagai pengobatan tradisional. Penggunaan obat tradisional di Indonesia merupakan bagian penting dari kebudayaan Indonesia. Dampak positif obat tradisional adalah efek sampingnya yang relatif lebih sedikit dibandingkan obat modern (Sari *et al.*, 2025).

Meski telah terbukti dapat digunakan sebagai obat tradisional dengan banyak kegunaannya, perlu dilakukan uji sitotoksitas dari ekstrak daun salam untuk mengetahui dampak penggunaannya. Uji sitotoksitas adalah kemampuan suatu zat untuk merusak atau membunuh sel hidup. Salah satu cara penetapan tingkat toksisitas dapat diketahui secara kuantitatif dengan menetapkan kematian sel. Uji sitotoksik ini dapat mengetahui kemampuan

sel untuk bertahan hidup karena adanya suatu senyawa toksik yang diberikan (Arsita & Annisa, 2019). Uji pada bawang bombay (*Allium cepa* L.) telah digunakan oleh banyak peneliti terutama sebagai bioindikator pencemaran lingkungan dengan menguji ekstrak kasar cyanobacteria, serta untuk mengevaluasi potensi genotoksik tanaman obat (Torres-Bugarín et al., 2026).

Pengujian uji sitotoksisitas dilakukan menggunakan ekstrak daun salam yang berasal dari cagar alam Pananjung Pangandaran, Pangandaran, Jawa Barat. Dapat diketahui daun salam ditemukan tumbuh liar di hutan-hutan primer dan sekunder, mulai dari tepi pantai hingga ketinggian 1.300 m dpl (Hendrawan, et al., 2016).

METODE PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah batang pengaduk, botol vial, corong, *cover glass*, gelas arloji, gelas beker, gelas plastik, gelas ukur, gunting, *hot plate*, kaca objek, kaki tiga, kertas saring, kuas, labu ukur, mikroskop cahaya, penjepit tabung, pinset, pipet tetes, pipet ukur, tabung reaksi, *thermometer*, timbangan, dan tisu.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah akar bawang bombay (*Allium cepa* L.), ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum* W.), akuades, alkohol 95%, alkohol absolut, kloroform, HCl pekat, larutan fiksatif Carnoy (alkohol absolut : asam asetat glasial : kloroform = 6:3:1), larutan fiksatif McClintock (alkohol absolut : asam asetat glasial = 3:1), dan asetokarmin 2% (karmin 2 gram ditambahkan pada asam asetat glasial 45% yang telah dididihkan hingga 100 mL).

2.2 Prosedur Penelitian

2.2.1 Persiapan Ekstrak

Ekstrak dibuat dengan cara infundasi sehingga menghasilkan infusa daun salam. Infusa dibuat dengan cara merebus daun salam menggunakan akuades pada suhu 90°C selama 15 menit (Rahul & Nur, 2024). Pada pembuatan infusa daun salam 5% dilakukan dengan cara menimbang 15 gram sampel daun salam. Kemudian memanaskan dalam gelas ukur yang berisi

300 mL akuades selama 15 menit dengan suhu 90°C. Pembuatan infusa daun salam 10% dilakukan dengan perbandingan 30 gram sampel daun salam dan 300 mL akuades, dan infusa 15% dilakukan dengan perbandingan 45 gram sampel daun salam dan 300 mL akuades. Selanjutnya hasil rebusan disaring dengan kertas saring rangkap.

2.2.2 Penumbuhan Akar Bawang

Penumbuhan akar bawang bombay dilakukan dengan memasukan sampel berupa ekstrak daun salam ke dalam gelas plastik sebanyak 50 mL. Ekstrak yang digunakan dengan konsentrasi 5%, 10%, 15%, dan akuades sebagai kontrol. Kemudian bawang bombay diletakkan hingga bagian primordial terkena infusa daun salam. Perendaman dilakukan maksimal selama 48 jam pada suhu ruang sehingga didapati akar sepanjang 1,5-2 cm. Pastikan gelas plastik ditaruh di tempat yang tidak terkena cahaya matahari secara langsung ada saat perendaman.

2.2.3 Preparasi Preparat

Pembuatan preparat akar bawang bombay (*Allium cepa* L.) dilakukan dengan menggunakan metode *squashing*. Prosedur yang dilakukan pertama-tama, yaitu memotong bagian ujung akar bawang bombay, yang telah dipanen pada pagi hari pukul 07.00-10.00 WIB karena pada waktu tersebut sel sedang aktif membelah. Akar dipotong sepanjang 3-5 mm dan menyimpannya di atas gelas arloji. Ujung akar ditempatkan di dalam larutan fiksatif McClintock selama 20 menit, kemudian dicuci dengan akuades sebanyak tiga kali. Fiksasi potongan ujung akar menggunakan HCl 1 N selama 15 menit dan setelahnya dibilas menggunakan akuades sebanyak tiga kali. Selanjutnya potongan ujung akar dimasukkan ke dalam larutan Carnoy selama 15-20 menit. Setelah itu, meletakkan potongan ujung akar di atas kaca objek lalu meneteskan pewarna asetokarmin pada kaca objek. Kemudian lakukan teknik *squash* dengan menekan potongan ujung akar bawang menggunakan *cover glass* dengan kuat dan perlahan agar sel menyebar dan memudahkan dalam mengamati pembelahan mitosis yang terjadi dengan mikroskop cahaya pembesaran 400x (Torres-Bugarín et al., 2026).

2.2.4 Analisis Data

Data kuantitatif akan dihitung menggunakan rumus indeks mitosis dan selanjutnya dihitung menggunakan perhitungan Anova (*Analysis of Variances*) dengan tingkat kepercayaan 95%.

$$IM (\%) = \frac{\text{Jumlah sel yang mengalami mitosis}}{\text{Jumlah sel yang diamati}}$$

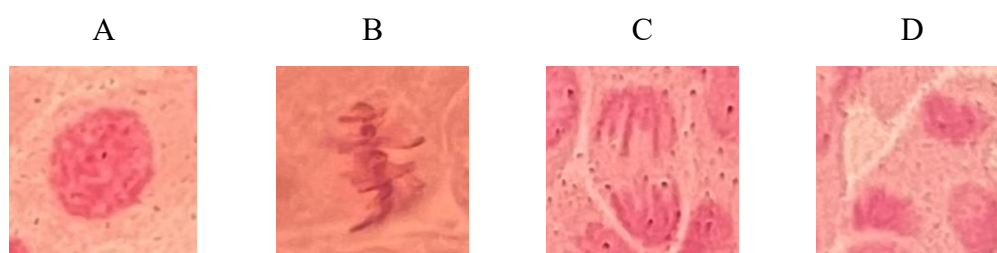
Parameter aberasi kromosom yang digunakan adalah kelainan struktural/aberasi kromosom bentuk, fragmen (patahan lengan kromosom), *ring* (kromosom bentuk cincin), disentrik (kromosom dengan 2 sentromer) dan translokasi (perpindahan lengan kromosom).

HASIL PENELITIAN

Pengamatan sel ujung akar bawang bombay (*Allium cepa* L.) dilakukan pada perlakuan kontrol dan perlakuan ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum* W.) dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15%. Parameter yang diamati meliputi fase mitosis, nilai indeks mitosis, hasil analisis statistik, dan bentuk aberasi kromosom. Pengamatan dilakukan terhadap sel yang mengalami mitosis normal maupun sel yang menunjukkan kelainan pembelahan atau aberasi kromosom. Parameter indeks mitosis dianalisis menggunakan ANOVA dengan tingkat kepercayaan 95%.

3.1 Fase Mitosis pada Sel Akar Bawang Bombay

Berdasarkan hasil pengamatan mikroskopis, ditemukan fase mitosis normal pada sel akar bawang bombay (*Allium cepa* L.), yaitu profase, metafase, anafase, dan telofase. Hasil pengamatan fase mitosis tersebut disajikan pada **Gambar 3.1**. Sel akar bawang bombay pada perlakuan kontrol maupun perlakuan ekstrak daun salam masih menunjukkan adanya aktivitas pembelahan sel. Jumlah sel pada setiap fase mitosis kemudian dihitung dan digunakan sebagai dasar untuk menentukan nilai indeks mitosis pada masing-masing perlakuan.



Gambar 3. 1 Fase Mitosis normal, (A) Profase, (B) Metafase, (C) Anafase, dan (D) Telifase

3.2 Indeks Mitosis pada Berbagai Konsentrasi Ekstrak Daun Salam

Pengamatan dilakukan terhadap 3000 sel pada setiap perlakuan. Jumlah sel yang mengalami fase profase, metafase, anafase, dan telofase dihitung untuk memperoleh total sel mitosis dan nilai indeks mitosis. Hasil perhitungan indeks mitosis pada setiap perlakuan disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Indeks Mitosis *Allium cepa* L.

Konsentrasi Ekstrak Daun Salam	Total sel	Indeks Mitosis				Total	Rata-rata IM (%)	Penurunan IM (%)
		Profase	Metafase	Anafase	Telofase			
Kontrol	3000	714	501	259	91	1571	52,37	
5%	3000	627	394	225	113	1359	45,3	86,5
10%	3000	650	326	170	88	1234	41,13	78,5
15%	3000	582	97	64	41	784	26,13	49,9

Nilai indeks mitosis tertinggi ditemukan pada perlakuan kontrol, yaitu sebesar 52,37%. Perlakuan ekstrak daun salam 5% menghasilkan indeks mitosis sebesar 45,30%, perlakuan 10% menghasilkan indeks mitosis sebesar 41,13%, dan perlakuan 15% menghasilkan indeks mitosis sebesar 26,13%. Secara deskriptif, nilai indeks mitosis menurun seiring peningkatan konsentrasi ekstrak daun salam.

Jumlah total sel yang mengalami mitosis juga menunjukkan perbedaan pada setiap perlakuan. Pada kontrol ditemukan 1571 sel yang mengalami mitosis, sedangkan pada perlakuan 5%, 10%, dan 15% masing-masing ditemukan 1359, 1234, dan 784 sel mitosis. Berdasarkan data tersebut, jumlah sel mitosis paling tinggi terdapat pada kontrol, sedangkan jumlah sel mitosis paling rendah terdapat pada perlakuan ekstrak daun salam 15%.

Data indeks mitosis dianalisis menggunakan uji ANOVA pada taraf signifikansi 5%. Hasil analisis menunjukkan nilai F hitung sebesar 4,223, sedangkan nilai F tabel sebesar 3,24. Berdasarkan hasil tersebut, nilai F hitung lebih besar daripada F tabel, sehingga terdapat perbedaan nyata antarperlakuan terhadap indeks mitosis sel akar bawang bombay.

Analisis dilanjutkan menggunakan uji Duncan pada taraf 5% untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan. Hasil uji Duncan disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 3. 2 Hasil Uji Lanjut Duncan

Perlakuan	N	1	2
F4	3	261,3333	
F3	3	411,3333	411,3333
F2	3		453,0000

F1	3	523,6667
Sig.	0,085	0,195

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
Kontrol	52,37	A
5%	45,3	AB
10%	41,13	B
15%	26,13	B

Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa kontrol berada pada kelompok A, perlakuan ekstrak daun salam 5% berada pada kelompok AB, sedangkan perlakuan ekstrak daun salam 10% dan 15% berada pada kelompok B. Berdasarkan notasi tersebut, kontrol berbeda nyata dengan perlakuan 10% dan 15%, sedangkan perlakuan 5% berada pada kelompok antara kontrol dan perlakuan konsentrasi lebih tinggi.

3.3 Aberasi Kromosom pada Sel Akar Bawang Bombay

Hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan adanya beberapa bentuk aberasi kromosom pada sel akar bawang bombay yang diberi perlakuan ekstrak daun salam. Aberasi kromosom ditemukan pada perlakuan ekstrak daun salam konsentrasi 5%, 10%, dan 15%. Pada perlakuan ekstrak daun salam konsentrasi 5%, ditemukan lima bentuk aberasi kromosom, yaitu *sticky metaphase*, *anaphase with chromosome break*, *ring*, *not identified*, dan *bridge anaphase*. Hasil pengamatan aberasi kromosom pada konsentrasi 5% ditunjukkan pada Gambar 3.2.



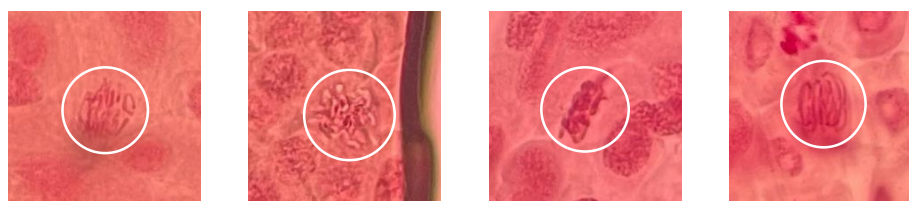
Gambar 3. 2 Aberasi di konsentrasi 5% -*sticky metaphase* (A), -*anaphase with chromosome break* (B), -*ring* (C), -*not identified* (D), dan -*bridge anaphase* (E)

Pada perlakuan ekstrak daun salam konsentrasi 10%, ditemukan tiga bentuk aberasi kromosom, yaitu *bridge in anaphase*, *multi bridge in anaphase*, dan *bridge in telophase*. Hasil pengamatan aberasi kromosom pada konsentrasi 10% ditunjukkan pada Gambar 3.3



Gambar 3. 3 Aberasi di konsentrasi 10% (A) -*bridge in anaphase*, (B) *multi bridge in anaphase*, dan (C) -*bridge in telophase*

Pada perlakuan ekstrak daun salam konsentrasi 15%, ditemukan empat bentuk aberasi kromosom, yaitu *prophase with chromosome break*, *c-mitosis*, *sticky metaphase*, dan *not identified*. Hasil pengamatan aberasi kromosom pada konsentrasi 15% ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Aberasi di konsentrasi 15% (A) -*profase with chromosome break*, (B) -*c-mitosis*, (C) -*sticky metaphase*, dan (D) -*not identified*

Secara keseluruhan, bentuk aberasi kromosom yang ditemukan pada perlakuan ekstrak daun salam meliputi *chromosome break*, *bridge*, *sticky metaphase*, *ring*, *c-mitosis*, dan bentuk yang tidak teridentifikasi. Temuan ini menjadi dasar untuk pembahasan lebih lanjut mengenai pengaruh ekstrak daun salam terhadap pembelahan sel dan kestabilan kromosom pada akar bawang bombay.

PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Ekstrak Daun Salam terhadap Fase Mitosis

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa sel akar bawang bombay (*Allium cepa* L.) masih mengalami pembelahan mitosis pada perlakuan kontrol maupun perlakuan ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum* W.). Fase mitosis yang teramati meliputi profase, metafase, anafase, dan telofase. Keberadaan fase-fase tersebut menunjukkan bahwa jaringan ujung akar bawang bombay masih aktif membelah dan sesuai digunakan sebagai objek pengamatan sitotoksitas (Owolarafe, et al., 2020).

Pembelahan mitosis berlangsung melalui empat fase utama. Profase ditandai dengan pepadatan materi genetik menjadi kromosom, hilangnya membran inti dan nukleolus, serta mulai terbentuknya benang spindel. Pada metafase, kromosom berjajar di bidang ekuator sel dan melekat pada benang spindel melalui kinetokor. Pada anafase, kromatid saudara terpisah dan bergerak menuju kutub sel yang berlawanan. Selanjutnya, pada telofase, membran inti terbentuk kembali, kromosom mulai terurai, dan sitoplasma membelah melalui sitokinesis sehingga terbentuk dua sel anak (Gupta & Kumar, 2023).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa fase profase merupakan fase mitosis yang paling banyak ditemukan, diikuti oleh metafase, anafase, dan telofase. Kondisi ini menunjukkan bahwa sebagian besar sel akar bawang bombay yang teramati berada pada tahap awal pembelahan, sedangkan jumlah sel pada tahap akhir pembelahan relatif lebih sedikit. Temuan ini juga didukung oleh waktu panen akar yang dilakukan pada pukul 07.00–10.00 WIB, karena pengamatan pada pagi hari umumnya memberikan peluang lebih besar untuk menemukan sel ujung akar bawang yang sedang aktif membelah (Kumar, et al., 2024). Selain itu, jumlah total sel mitosis pada perlakuan ekstrak daun salam lebih rendah dibandingkan kontrol, yaitu menurun dari 1571 sel pada kontrol menjadi 1359 sel pada konsentrasi 5%, 1234 sel pada konsentrasi 10%, dan 784 sel pada konsentrasi 15%. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak daun salam berkaitan dengan berkurangnya aktivitas pembelahan sel akar bawang bombay.

4.2 Pengaruh Ekstrak Daun Salam terhadap Indeks Mitosis

Indeks mitosis merupakan rasio jumlah sel yang mengalami pembelahan mitosis terhadap total sel yang diamati. Parameter ini digunakan untuk menilai aktivitas pembelahan sel dan mendeteksi adanya efek sitotoksik pada organisme uji. Penurunan indeks mitosis menunjukkan adanya efek mitodepresif, yaitu terhambatnya sel untuk memasuki atau melanjutkan fase mitosis akibat gangguan pada siklus sel, sintesis DNA, atau pembentukan benang spindel (Iriani et al., 2020; Rahayuningsih et al., 2022).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai indeks mitosis pada perlakuan kontrol, ekstrak daun salam 5%, 10%, dan 15% secara berturut-turut adalah 52,37%; 45,30%; 41,13%; dan 26,13%. Nilai tersebut menunjukkan adanya penurunan bertahap seiring meningkatnya konsentrasi ekstrak daun salam. Perlakuan 5% dan 10% masih menunjukkan aktivitas pembelahan sel, tetapi nilainya lebih rendah dibandingkan kontrol. Sementara itu, perlakuan 15% menunjukkan penurunan paling besar dengan indeks mitosis sebesar 26,13%.

Penurunan indeks mitosis pada perlakuan ekstrak daun salam menunjukkan bahwa ekstrak tersebut dapat menghambat aktivitas pembelahan sel akar *Allium cepa*. Berdasarkan nilai indeks mitosis relatif terhadap kontrol, perlakuan 5% dan 10% masing-masing masih mencapai 86,5% dan 78,5%, sedangkan perlakuan 15% hanya mencapai 49,9%. Nilai relatif pada konsentrasi 15% menunjukkan adanya efek subletal terhadap organisme uji karena berada di bawah batas 50%, sedangkan nilai di bawah 22% dapat mengindikasikan efek letal (Rahayuningsih et al., 2022).

Penurunan indeks mitosis diduga berkaitan dengan kandungan senyawa bioaktif dalam ekstrak daun salam, seperti flavonoid, tanin, saponin, minyak atsiri, dan triterpenoid (Julizan, et al., 2023). Pada konsentrasi tertentu, senyawa bioaktif dapat memengaruhi proses pembelahan sel melalui gangguan sintesis DNA, hambatan transisi fase siklus sel, atau gangguan fungsi mikrotubulus dalam pemisahan kromosom (Bailon-Moscoso, et al., 2017). Oleh karena itu, nilai indeks mitosis yang lebih rendah dibandingkan kontrol menunjukkan bahwa ekstrak daun salam berpotensi memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan sel akar *Allium cepa*.

4.3 Hubungan Senyawa Bioaktif dengan Penurunan Indeks Mitosis

Penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum*) menyebabkan penurunan indeks mitosis pada sel akar *Allium cepa*. Penurunan tersebut diduga berhubungan dengan kandungan senyawa bioaktif dalam daun salam, seperti flavonoid, tanin, saponin, dan triterpenoid (Aditya et al., 2023). Senyawa-senyawa tersebut memiliki aktivitas biologis yang dapat memengaruhi proses pembelahan sel (Sitarek et al., 2024).

Flavonoid diduga menghambat proses pembelahan sel melalui gangguan sintesis DNA dan pembentukan benang spindle selama mitosis (Raheel et al., 2017). Gangguan pada pembentukan spindle menyebabkan kromosom tidak tersusun secara normal pada bidang ekuator sehingga proses pembelahan sel terhambat (Cheriyana et al., 2025). Selain itu, tanin dan saponin diduga memengaruhi stabilitas membran dan protein sel sehingga aktivitas proliferasi sel mengalami penurunan (Esmeeta et al., 2022). Kondisi tersebut menyebabkan jumlah sel yang mengalami pembelahan lebih rendah dibandingkan perlakuan control (Owolarafe et al., 2020).

Perlakuan ekstrak daun salam dengan konsentrasi 15% menunjukkan nilai indeks mitosis paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak menghasilkan efek sitotoksik yang lebih kuat terhadap jaringan meristematik akar *A. cepa* (Schreiner et al., 2024). Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa senyawa metabolit sekunder tumbuhan dapat menghambat aktivitas mitosis pada konsentrasi tertentu (Akwu et al., 2019; Basu & Tripura, 2021). Oleh karena itu, kandungan senyawa bioaktif dalam daun salam diduga berperan dalam menurunkan aktivitas pembelahan sel pada akar *Allium cepa*.

4.4 Aberasi Kromosom sebagai Indikator Genotoksitas

Munculnya aberasi kromosom pada sel akar *Allium cepa* menunjukkan bahwa ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum*) memiliki potensi genotoksik terhadap sel meristematik (Nicuță et al., 2025). Pada penelitian ini, perlakuan ekstrak daun salam dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15% menyebabkan munculnya beberapa bentuk aberasi kromosom, yaitu *chromosome break*, *bridge*, *sticky metaphase*, *ring*, dan *c-mitosis*. Keberadaan aberasi tersebut menunjukkan adanya gangguan terhadap stabilitas kromosom selama proses pembelahan sel (Han et al., 2021).

Aberasi berupa *chromosome break* diduga terjadi akibat kerusakan DNA atau gangguan proses perbaikan DNA sehingga kromosom mengalami patahan (Ciğerci et al., 2023). Selain itu, *bridge* dan *multi bridge* diduga terbentuk akibat kromosom yang mengalami patahan pada bagian telomer kemudian mengalami penggabungan kembali sehingga membentuk kromosom disentrik (Jiang & Chan, 2024). Pada fase anafase, kedua sentromer tertarik ke arah kutub yang berbeda dan membentuk struktur menyerupai jembatan (Cook et al., 2024). Sementara itu, *sticky metaphase* menunjukkan adanya kromosom yang saling melekat akibat gangguan pada protein kromosomal sehingga kromosom gagal memisah secara normal (Animasaun et al., 2024).

Aberasi *ring* menunjukkan adanya penggabungan ujung kromosom yang mengalami kehilangan telomer sehingga membentuk struktur melingkar (Murry & DuPont, 2025). Selain itu, *c-mitosis* menunjukkan adanya gangguan pada pembentukan benang spindle yang menyebabkan kromosom tersebar secara tidak teratur di dalam sel (Torres-Bugarín et al., 2026). Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa senyawa bioaktif dalam ekstrak daun salam diduga mengganggu proses mitosis dan stabilitas materi genetik (Sulistiyani et al., 2014). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak daun salam tidak hanya

menurunkan indeks mitosis, tetapi juga meningkatkan terjadinya kelainan kromosom pada sel akar *Allium cepa*.

4.5 Hubungan Sitotoksisitas dan Genotoksisitas

Penurunan indeks mitosis dan munculnya aberasi kromosom pada sel akar *Allium cepa* menunjukkan adanya hubungan antara efek sitotoksik dan genotoksik ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum*) (Nurlely et al., 2024). Efek sitotoksik ditandai oleh penurunan aktivitas pembelahan sel, sedangkan efek genotoksik ditandai oleh munculnya kelainan kromosom selama proses mitosis (Ristea & Zarnescu, 2024). Pada penelitian ini, peningkatan konsentrasi ekstrak daun salam menyebabkan penurunan indeks mitosis yang disertai dengan munculnya berbagai bentuk aberasi kromosom. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa ekstrak daun salam tidak hanya menghambat proliferasi sel, tetapi juga memengaruhi kestabilan materi genetik (Nicuță et al., 2025).

Senyawa bioaktif dalam daun salam diduga mengganggu proses sintesis DNA dan pembentukan benang spindle sehingga pembelahan sel berlangsung secara tidak normal (Nurlely et al., 2024). Gangguan tersebut menyebabkan kromosom gagal memisah secara sempurna dan memicu terbentuknya aberasi kromosom, seperti *bridge*, *sticky metaphase*, dan *c-mitosis* (Abdelsalam et al., 2022). Penurunan indeks mitosis yang disertai dengan peningkatan aberasi kromosom menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak menghasilkan efek toksik yang lebih kuat terhadap jaringan meristematik akar *A. cepa* (Sabeen et al., 2020).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi 15% memberikan pengaruh paling besar terhadap aktivitas mitosis dan kestabilan kromosom. Perlakuan tersebut menghasilkan nilai indeks mitosis paling rendah dan tetap menunjukkan munculnya aberasi kromosom. Oleh karena itu, ekstrak daun salam pada konsentrasi tinggi diduga memiliki potensi sitotoksik dan genotoksik terhadap sel akar *A. cepa*.

4.6 Keterbatasan Penelitian

Kajian ini masih memiliki beberapa keterbatasan yang dapat memengaruhi interpretasi hasil. Uji fitokimia belum dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan senyawa aktif secara spesifik pada ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum*). Oleh karena itu, hubungan antara senyawa bioaktif dengan efek sitotoksik dan genotoksik masih mengacu pada literatur sebelumnya. Selain itu, frekuensi aberasi kromosom belum dianalisis secara kuantitatif sehingga tingkat dominansi setiap jenis aberasi belum dapat dijelaskan secara rinci.

Variasi konsentrasi ekstrak daun salam yang digunakan juga masih terbatas pada konsentrasi 5%, 10%, dan 15%, sehingga rentang konsentrasi tersebut belum dapat menunjukkan batas toksisitas secara spesifik. Oleh sebab itu, penelitian selanjutnya perlu menggunakan variasi konsentrasi yang lebih luas serta melakukan analisis molekuler dan kuantifikasi aberasi kromosom untuk mendukung kajian mengenai mekanisme sitotoksisitas dan genotoksisitas ekstrak daun salam terhadap sel akar *Allium cepa*.

KESIMPULAN & SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapati bahwa (1) *Syzygium polyanthum* bersifat sitotoksik dan genotoksik terhadap akar bawang *Allium cepa*. (2) Nilai indeks mitosis yang didapatkan pada perlakuan kontrol, konsentrasi ekstrak daun salam 5%, 10%, dan 15%, secara berturut-turut sebesar 52,37%; 45,3%; 41,13%; dan 26,13% sehingga dapat dikatakan jika perlakuan konsentrasi 5% dan 10% masih memungkinkan untuk pertumbuhan normal meskipun telah tercemar sedangkan pada konsentrasi 15% memberikan efek sub-lethal. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun yang digunakan maka ekstrak daun dapat bersifat toksik. (3) Perlakuan dari ketiga konsentrasi ekstrak daun salam menyebabkan terjadinya aberasi kromosom. Aberasi kromosom yang ditemukan berupa *break*, *bridge*, *sticky*, *ring*, dan *c-mitosis*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan, disarankan kepada peneliti selanjutnya untuk melakukan uji sitotoksisitas daun salam (*Syzygium polyanthum* W.) menggunakan metode ekstraksi yang berbeda. Selain itu, juga diperlukan adanya uji fitokimia terlebih dahulu dan diberi perlakuan dengan konsentrasi yang berbeda sehingga akan diketahui ada atau tidaknya perbedaan yang terjadi terhadap pembelahan sel akar bawang.

DAFTAR PUSTAKA

- Sulistiyani, S., Falah, S., Wahyuni, W. T., Sugahara, T., Tachibana, S., & Syaefudin. (2014). Cellular Mechanism of the Cytotoxic Effect of Extracts from *Syzygium polyanthum* Leaves. *American Journal of Drug Discovery and Development*, 4(2), 90–101. <https://doi.org/10.3923/ajdd.2014.90.101>
- Abdelsalam, N. R., Abdel-Megeed, A., Ghareeb, R. Y., Ali, H. M., Salem, M. Z. M., Akrami, M., Al-Hayalif, M. F. A., & Desoky, E.-S. M. (2022). Genotoxicity assessment of amino zinc nanoparticles in wheat (*Triticum aestivum* L.) as cytogenetical perspective. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(4), 2306–2313. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.11.059>
- Aditya, R., Santoso, B., & Widjiati, W. (2023). Comparative study of bioactive compound content and antioxidant activity in different extraction methods of *Syzygium Polyanthum* leaves. *Bali Medical Journal*, 12(3), 3425–3430. <https://doi.org/10.15562/bmj.v12i3.4931>
- Akwu, N. A., Naidoo, Y., & Singh, M. (2019). Cytogenotoxic and biological evaluation of the aqueous extracts of *Grewia lasiocarpa*: An *Allium cepa* assay. *South African Journal of Botany*, 125, 371–380. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.08.009>
- Animasaun, D. A., Adedibu, P. A., Afolabi, S. O., Abdulkareem, K. A., Ibrahim, S., & Krishnamurthy, R. (2024). Hazard assessment and cytogenotoxic effect of different concentrations of mercury chloride sterilant using the *Allium cepa* assay. *Discover Toxicology*, 1(1), 2. <https://doi.org/10.1007/s44339-024-00002-w>
- Basu, S., & Tripura, K. (2021). Differential sensitivity of *Allium cepa* L. and *Vicia faba* L. to aqueous extracts of *Cascabela thevetia* (L.) Lippold. *South African Journal of Botany*, 139, 67–78. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.01.033>
- Bailon-Moscoso N, Cevallos-Solorzano G, Romero-Benavides JC, Orellana MI. Natural Compounds as Modulators of Cell Cycle Arrest: Application for Anticancer Chemotherapies. *Curr Genomics*. 2017 Apr;18(2):106-131. doi: 10.2174/1389202917666160808125645.
- Cheriyian, B. V., Pandi, K., Murali, D., Boobalan, N., Harikrishnan, J., Kannan, D., Jebaraj, L. P. C., Munuswamy, S., & Manaksha, S. H. (2025). Polyphenols Target Apoptosis and

- Cell Cycle Regulation in Various Cancer Models: Emphasis on Flavonoid Subclasses. *Biomedical & Pharmacology Journal*, 4(18), 2515. <https://doi.org/10.13005/bpj/3274>
- Ciğerci, İ. H., Liman, R., İstifli, E. S., Akylı, D., Özkara, A., Bonciu, E., & Colă, F. (2023). Cyto-Genotoxic and Behavioral Effects of Flubendiamide in *Allium cepa* Root Cells, *Drosophila melanogaster* and Molecular Docking Studies. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(2), 1565. <https://doi.org/10.3390/ijms24021565>
- Cook, D., Kozmin, S. G., Yeh, E., Petes, T. D., & Bloom, K. (2024). Dicentric chromosomes are resolved through breakage and repair at their centromeres. *Chromosoma*, 133(2), 117–134. <https://doi.org/10.1007/s00412-023-00814-6>
- Esmeeeta, A., Adhikary, S., Dharshnaa, V., Swarnamughi, P., Ummul Maqsummiya, Z., Banerjee, A., Pathak, S., & Duttaroy, A. K. (2022). Plant-derived bioactive compounds in colon cancer treatment: An updated review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 153, 113384. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2022.113384>
- Han, C., Shao, H., Zhou, S., Mei, Y., Cheng, Z., Huang, L., & Lv, G. (2021). Chemical composition and phytotoxicity of essential oil from invasive plant, *Ambrosia artemisiifolia* L. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 211, 111879. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111879>
- Hendrawan, R., Husodo, T., & Kusmoro, J. (2019). *Biodiversitas Pananjung Pangandaran Edisi Flora*. Bandung: Bitread.
- Iriana, N., Astari, D., & Andi, S. (2020). Indeks Mitosis Pucuk Daun *Hibiscus rosa-sinensis* L. Variasi Single Pink Pada Beberapa Variasi Waktu. *Jurnal Biologi*, 13(1): 1-8.
- Jiang, H., & Chan, Y. W. (2024). Chromatin bridges: stochastic breakage or regulated resolution? *Trends in Genetics*, 40(1), 69–82. <https://doi.org/10.1016/j.tig.2023.10.004>
- Julizan N, Ishmayana S, Zainuddin A, Van Hung P, Kurnia D. Potential of *Syzygium polyanthum* as Natural Food Preservative: A Review. *Foods*. 2023 Jun 6;12(12):2275. doi: 10.3390/foods12122275.
- Kumar, A., George, A. M., & Beena, D. B. (2024). Optimal Condition for Maximum Mitotic Index in Onion Root Tips: Influence of Harvesting Time and Root Age in Laboratory Settings. *The Bioscan: Internatuinal Quarterly Journal of Life Science*, 19(2), 8-11. <https://doi.org/10.63001/tbs.2024.v19.i02.pp8-11>

- Murry, J. B., & DuPont, B. R. (2025). Characterization of Constitutional Ring Chromosomes over 37 Years of Experience at a Single-Site Institution. *Genes*, 16(7), 736. <https://doi.org/10.3390/genes16070736>
- Nicuță, D., Grosu, L., Patriciu, O.-I., Voicu, R.-E., & Alexa, I.-C. (2025). The *Allium cepa* Model: A Review of Its Application as a Cytogenetic Tool for Evaluating the Biosafety Potential of Plant Extracts. *Methods and Protocols*, 8(4), 88. <https://doi.org/10.3390/mps8040088>
- Nurlely, N., Putra, A. M. P., Nurrochmad, A., Widyarini, S., & Fakhrudin, N. (2024). Extraction, phytochemicals, bioactivities, and toxicity of *Syzygium polyanthum* : A comprehensive review. *Journal of Herbmед Pharmacology*, 13(3), 366–380. <https://doi.org/10.34172/jhp.2024.51454>
- Owolarafe, T. A., Salawu, K., Ihegboro, G. O., Ononamadu, C. J., Alhassan, A. J., & Wudil, A. M. (2020). Investigation of cytotoxicity potential of different extracts of *Ziziphus mauritiana* (Lam) leaf *Allium cepa* model. *Toxicology Reports*, 7, 816–821. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2020.06.010>
- Raheel, R., Saddiqe, Z., Iram, M., & Afzal, S. (2017). In vitro antimitotic, antiproliferative and antioxidant activity of stem bark extracts of *Ficus benghalensis* L. *South African Journal of Botany*, 111, 248–257. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2017.03.037>
- Rahmawati, A. S., & Erina, R. (2020). Rancangan Acak Lengkap (RAL) Dengan Uji Anova Dua Jalur. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(1): 54-62.
- Ristea, M.-E., & Zarnescu, O. (2024). Effects of Indigo Carmine on Growth, Cell Division, and Morphology of *Allium cepa* L. Root Tip. *Toxics*, 12(3), 194. <https://doi.org/10.3390/toxics12030194>
- Sabeen, M., Mahmood, Q., Ahmad Bhatti, Z., Faridullah, Irshad, M., Bilal, M., Hayat, M. T., Irshad, U., Ali Akbar, T., Arslan, M., & Shahid, N. (2020). *Allium cepa* assay based comparative study of selected vegetables and the chromosomal aberrations due to heavy metal accumulation. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(5), 1368–1374. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2019.12.011>

- Schreiner, G. E., Eckert, G. L., Schuster, M. F., Baroni, S., de Pelegrin, C. M. G., & Dartora, N. (2024). Cytotoxic and genotoxic effects of aqueous extracts of *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc. using *Allium cepa* L. assay. *Pharmacological Research - Natural Products*, 2, 100011. <https://doi.org/10.1016/j.prenap.2023.100011>
- Sitarek, P., Merez-Sadowska, A., Sikora, J., Dudzic, M., Wiertek-Płoszaj, N., Picot, L., Śliwiński, T., & Kowalczyk, T. (2024). Flavonoids and their derivatives as DNA topoisomerase inhibitors with anti-cancer activity in various cell models: Exploring a novel mode of action. *Pharmacological Research*, 209, 107457. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2024.107457>
- Torres-Bugarín, O., Gómez-Ferreira, I., Contreras-Dueñas, M., Ramos-Ibarra, M. L., Bello-Bedoy, R., Sánchez-González, A., Casillas-Figueroa, F., Ruiz-Ruiz, B., Orozco-Jiménez, K. I., & Arellano-García, M. E. (2026). The *Allium cepa* Assay as a Versatile Tool for Genotoxicity and Cytotoxicity: Methods, Applications, and Comparative Insight. *Applied Biosciences*, 5(1), 9. <https://doi.org/10.3390/applbiosci5010009>
- Nazirah, Nasution, M. A., Ridwanto, & Nasution, H. M. (2023). Phytochemical screening and antioxidant activity test of methanol extract salamleaves (*Syzygium polyanthum* (Wight.) Walp.) from Gampong Bunot Pidie Jaya using the DPPH method. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 1(1), 104–116.
- Rahul, M.H., & Nur H.A.H. (2024). Optimasi Dan Karakterisasi Sediaan Serbuk Minuman Instan Infusa Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Sebagai Antidiare Secara In Vitro Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Pharmacia Mandala Waluya*, 3(6), 332–343. <https://doi.org/10.54883/jpmw.v3i6.142>
- Sari, N., Sudewi, Hasanah, F., Handayani, S., & Gulo, P. P. (2025). 1554-Article Text-8852-1-10-20250131 (1). *Jurnal Pengabdian Masyarakat Tjut Nyak Dien*, 4(1), 68–73.
- Torres-Bugarín, O., Gómez-Ferreira, I., Contreras-Dueñas, M., Ramos-Ibarra, M. L., Bello-Bedoy, R., Sánchez-González, A., Casillas-Figueroa, F., Ruiz-Ruiz, B., Orozco-Jiménez, K. I., & Arellano-García, M. E. (2026). The *Allium cepa* Assay as a Versatile Tool for Genotoxicity and Cytotoxicity: Methods, Applications, and Comparative Insight. *Applied Biosciences*, 5(1). <https://doi.org/10.3390/applbiosci5010009>

Wahyudi, W., Pulungan, D. R., Syahfitri, D., Adelia, D., & Salsabila, R. F. (2024). Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) Rempah Khas Indonesia dengan Berbagai Manfaat Farmakologi: Literature Review. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 4(3). <https://doi.org/10.37311/ijpe.v4i3.28452>

Widiyanto, B., Putri, C. R. D., Aysar, N. A., & Sinatrya, M. B. (2024). Efek Anti Inflamasi Ekstrak Daun Salam (*Syzygium Polyanthum*). *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 4(3), 423–437. <http://sosains.greenvest.co.id>