

Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Tangkai Daun Strawberry (*Fragaria x annanasa*) Dengan Metode DPPH

*Antioxidant Activity Test of Methanol Extract from Strawberry Leaf Stems (*Fragaria x ananassa*) Using the DPPH*

Sarah Ayunda & Sri Benti Etika*

Program Studi Non Kependidikan Kimia, Departemen Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Padang, Indonesia

Disubmit: 29 Oktober 2024; Direview: 30 Oktober 2024; Disetujui: 30 November 2024

*Corresponding Email: sribentietika67@gmail.com

Abstrak

Radikal bebas merupakan molekul yang mempunyai satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan pada orbit terluar, dan memiliki sifat yang sangat labil dan reaktif. Radikal bebas dengan kereaktifan yang tinggi akan menghasilkan sebuah reaksi berantai, dalam sekali pembentukannya dapat membuat senyawa yang tidak normal dan dapat merusak sel-sel penting dalam tubuh. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan metabolit sekunder dan menguji aktivitas antioksidan ekstrak metanol batang Strawberry (*Fragaria x annanasa*). Sampel batang Strawberry yang digunakan berasal dari daerah Alahan Panjang, Sumatera Barat. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut metanol. Hasil maserasi tersebut kemudian diuapkan menggunakan rotary evaporator sehingga diperoleh ekstrak kental metanol sebanyak 13,3037 gram. Ekstrak kental metanol dianalisa kandungan metabolit sekunder dengan cara skrining fitokimia. Uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH. Ekstrak metanol tangkai daun Strawberry memiliki kandungan alkaloid, saponin dan fenolik memiliki aktivitas antioksidan yang dapat menangkal terbentuknya radikal bebas. Hasil uji antioksidan yang dilakukan menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada ekstrak metanol tangkai daun Strawberry menunjukkan nilai IC50 sebesar 33,4816 ppm dengan pembandingan menggunakan vitamin C sebagai kontrol positif menunjukkan nilai IC50 sebesar 22,3024 ppm.

Kata Kunci: Strawberry; Maserasi; DPPH (1,1 diphenyl-2picrylhydrazl); Antioksidan; IC50

Abstract

Free radicals are molecules that have one or more unpaired electrons in their outer orbit and are highly reactive. The severe reactions produced by highly reactive free radicals can produce unusual compounds and damage vital body cells. This study aims to determine the content of secondary metabolites and test the antioxidant activity of methanol extract of Strawberry stem (*Fragaria x annanasa*). The Strawberry stem samples used came from the Alahan Panjang area, West Sumatra. Extraction was carried out by maceration method using methanol solvent. The results of the maceration were then evaporated using a rotary evaporator to obtain a thick methanol extract of 13.3037 grams. Methanol thick extract was analyzed for secondary metabolite content by phytochemical screening. Antioxidant activity test using DPPH method. Methanol extract of Strawberry petiole contains alkaloids, saponins and phenolics that have antioxidant activity that can counteract the formation of free radicals. The results of antioxidant tests conducted using UV-Vis spectrophotometry on methanol extract of Strawberry petiole showed an IC50 value of 33.4816 ppm with a comparison using vitamin C as a positive control showing an IC50 value of 22.3024 ppm.

Keywords: Strawberry; Maceration; DPPH (1,1 diphenyl-2picrylhydrazl); Antioxidant; IC50

How to Cite: Ayunda, S. & Etika, S.B. (2024). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Tangkai Daun Strawberry (*Fragaria x annanasa*) Dengan Metode DPPH. *Journal of Natural Sciences*. 5 (3): 157-165



PENDAHULUAN

Radikal bebas merupakan molekul yang mempunyai satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan pada orbit terluar, dan memiliki sifat yang sangat labil dan reaktif. Abnormalnya kadar radikal bebas dapat menyerang senyawa yang rentan di dalam tubuh, seperti lipid, dan protein (Rahmah *et al.*, 2021). Radikal bebas dengan kereaktifan yang tinggi akan menghasilkan sebuah reaksi berantai, dalam sekali pembentukannya dapat membuat senyawa yang tidak normal dan dapat merusak sel-sel penting dalam tubuh. Salah satu penyebab terjadinya kerusakan sel di dalam tubuh dari pembentukan radikal bebas secara berlebihan adalah *oxidative stress* (Sedjati *et al.*, 2018).

Senyawa-senyawa yang mampu menghilangkan efek radikal disebut antioksidan (Prasetyo *et al.*, 2021). Antioksidan merupakan senyawa yang cukup stabil dengan cara mendonorkan elektron terhadap senyawa radikal bebas, maka dapat mengurangi kemampuannya untuk melakukan reaksi berantai radikal bebas (Tâm *et al.*, 2016). Ada 2 macam antioksidan yaitu antioksidan alami dan antioksidan sintetis. Antioksidan sintetis yaitu butil hidroksilanisol (BHA), butil hidrositoluen (BHT), propilgallat, dan etoksiquin (Kurniawati & Sutoyo, 2021). Sedangkan antioksidan alami terdapat pada setiap bagian tanaman seperti akar, batang, buah dan daun (Moraliesky *et al.*, 2020). Antioksidan alami berguna untuk menangkal kerusakan sel tubuh yang disebabkan oleh radikal bebas. Masalah akan muncul ketika jumlah radikal bebas lebih tinggi daripada antioksidan alami. Pada kondisi ini, tubuh memerlukan tambahan antioksidan dari luar yaitu dari bahan makanan tertentu. Penggunaan bahan alami asli Indonesia sebagai antioksidan diperlukan untuk meningkatkan kualitas kesehatan masyarakat dengan biaya relatif terjangkau. Contoh bahan pangan alami yang banyak mengandung antioksidan seperti yang terkandung dalam sayur-sayuran, buah-buahan, biji-bijian, umbi-umbian, kacang-kacangan, dan rempah-rempah yang biasa digunakan dalam bahan masakan (Wiyono *et al.*, 2023).

Antioksidan dari kelompok vitamin telah terbukti secara ilmiah untuk meningkatkan fungsi imun tubuh dan menurunkan risiko infeksi maupun penyakit degeneratif dan kanker. Beberapa kelompok vitamin yang dikenal berfungsi sebagai antioksidan adalah dari kelompok karotenoid, tokoferol, tokotrienol, dan asam askorbat (Wiyono *et al.*, 2023). Vitamin C adalah zat organik yang dibutuhkan oleh tubuh manusia dalam jumlah kecil, untuk memelihara fungsi metabolisme, juga berperan sebagai antioksidan bagi tubuh



manusia dan untuk menangkal radikal bebas dengan karakteristik sangat mudah teroksidasi oleh panas, cahaya dan logam (Irnawati *et al.*, 2017).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *Strawberry* mempunyai efek antioksidan dengan adanya kandungan senyawa polifenol. Tanaman *Strawberry* umumnya tumbuh pada daerah dataran tinggi dengan suhu udara yang sejuk, di Alahan Panjang, Sumatera Barat. Tanaman *Strawberry* merupakan tanaman herbal. *Strawberry* merupakan antioksidan yang cukup tinggi, aktivitas antioksidan yang dapat mencegah kanker, kolestrol, dan penyakit jantung. Ibu hamil juga disarankan mengkonsumsi *Strawberry* karena mengandung asam folat yang berfungsi untuk kesehatan janin (Sumarlan *et al.*, 2018). Pada penelitian sebelumnya didapatkan pada daun *Strawberry* menggunakan metode DPPH dengan pembanding vitamin C. Pada penelitian itu dilaporkan bahwa nilai IC_{50} ekstrak etanol daun *Strawberry* sebanyak 363,551 ppm dan untuk vitamin C sebanyak 33,573 ppm (Widyastuti *et al.*, 2016). Akan tetapi pada tangkai daun *Strawberry* belum pernah dilaporkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan metabolit sekunder yang terkandung dalam tangkai daun *Strawberry* dan menganalisis potensi aktivitas antioksidan alami yang terdapat pada tangkai daun *Strawberry*.

METODE PENELITIAN

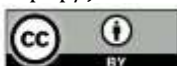
Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Penelitian Kimia Organik, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, pada bulan April 2024. Tangkai daun *Strawberry* yang dijadikan sampel berasal dari Alahan Panjang, Sumatera Barat. Batang dicuci bersih, dipotong tipis dan dikering-anginkan tanpa paparan sinar matahari langsung selama dua sampai tiga hari. Setelah kering, digerus atau diblender sehingga diperoleh bubuk sampel kering (Kusuma *et al.*, 2023).

1. Ekstraksi Metabolit

Serbuk batang *Strawberry* yang telah ditimbang dimaserasi dengan menggunakan metanol. Maserasi dilakukan selama 2x24 jam sambil diaduk sesekali, lalu disaring. Filtrat metanol yang diperoleh kemudian dievaporasi sehingga dihasilkan ekstrak kental metanol.

2. Skrining Fitokimia

Untuk mengetahui kandungan metabolit sekunder dilakukan dengan uji fitokimia dengan pereaksi pendeteksi senyawa.



- a. Uji alkaloid dilakukan dengan pereaksi Dragendroff, Mayer dan Wagner. Reaksi positif jika terbentuk endapan jingga dengan pereaksi Dragendroff, endapan coklat dengan pereaksi Wagner dan endapan putih dengan pereaksi Mayer (Fadhila & Etika, 2023).
- b. Uji flavonoid dilakukan dengan cara ekstrak sampel dipanaskan selama 5 menit ditambahkan beberapa tetes HCl dan sedikit serbuk Mg. Reaksi positif jika terbentuk warna merah/merah muda atau kuning (Fadhila & Etika, 2023).
- c. Uji Saponin dilakukan dengan cara sampel yang kering ditambahkan aquades, kemudian dipanaskan, setelah itu dikocok dengan kuat. Postif jika terdapat buih selama 1 menit setinggi 1 sampai 10 cm (Suleman *et al.*, 2022).
- d. Uji Steroid/Terpenoid dilakukan dengan cara sampel dilarutkan dalam kloroform, tambahkan 10 tetes anhidrida asetat dan 3 tetes asam sulfat pekat. Positif jika munculnya warna oranye-merah atau ungu menunjukkan hasil positif pada uji terpenoid, sedangkan warna biru menunjukkan hasil positif pada uji steroid (Syarif *et al.*, 2016).
- e. Uji Fenolik dilakukan dengan cara menambahkan FeCl_3 1%. Positif jika terbentuknya warna biru tua-hitam (Septia Ningsih *et al.*, 2020).

3. Uji Aktivitas Antioksidan Metode 2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

a. Pembuatan Larutan DPPH

Padatan DPPH 2 mg dilarutkan dalam 50 ml metanol untuk mendapatkan larutan DPPH dengan konsentrasi 0,1 mM. Selanjutnya, larutan DPPH disimpan dalam suhu rendah dan terlindung dari cahaya. Kemudian dilakukan pengujian menggunakan spektrofotometri Uv-Vis pada Panjang gelombang 517 nm (Kiromah *et al.*, 2021).

b. Pembuatan dan Pengujian Larutan Vitamin C

- Pembuatan Larutan Stok Konsentrasi 1000 ppm

Larutan stok vitamin C sebagai pembanding, ditimbang 50 mg, dilarutkan dalam metanol lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml.

- Pembuatan dan Pengujian Larutan Vitamin C

Larutan stok dipipet 0,02; 0,05; 0,1; 0,2 dan 0,4 ml larutan stok lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml. Kemudian, diencerkan hingga volume 10 ml, sehingga didapatkan konsentrasi standar masing-masing 2, 5, 10,20, dan 40 ppm. Masing-masing konsentrasi dipipet 1 ml larutan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan



2 ml larutan DPPH. Campuran tersebut dihomogenkan dan dibiarkan selama 30 menit pada suhu ruang. Serapan masing-masing larutan diukur pada panjang gelombang 517 nm, dilakukan sebanyak 3 kali replikasi.

c. Pengukuran Absorban Ekstrak Tangkai Daun *Strawberry*

- Pembuatan dan Pengujian Larutan Stok 1000 ppm

Ekstrak metanol tangkai daun *Strawberry* masing-masing ditimbang 50 mg, dilarutkan dengan metanol lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml.

- Pembuatan dan Pengujian Larutan Ekstrak

Larutan stok dipipet 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 dan 0,5 ml larutan stok lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml. Kemudian, diencerkan hingga volume 10 ml, sehingga didapatkan konsentrasi standar masing-masing 10, 20, 30, 40 dan 50 ppm. Masing-masing konsentrasi dipipet 1 ml larutan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 2 ml larutan DPPH. Campuran tersebut dihomogenkan dan dibiarkan selama 30 menit pada suhu ruang. Serapan masing-masing larutan diukur pada panjang gelombang 517 nm, dilakukan sebanyak 3 kali replikasi.

d. Penentuan % Inhibisi

Setelah mendapatkan nilai absorbansi, dihitung persen penghambatan masing-masing larutan dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Blanko} - \text{Absorbansi Sampel}}{\text{Absorbansi Blanko}} \times 100\%$$

e. Penentuan nilai IC₅₀

Aktivitas antioksidan diinterpretasikan dengan nilai IC₅₀. Nilai IC₅₀ didefinisikan sebagai besarnya konsentrasi senyawa uji yang dapat merendam radikal bebas sebanyak 50%. Semakin kecil nilai IC₅₀ maka aktivitas perendaman radikal bebas semakin tinggi. Nilai IC₅₀ tiap konsentrasi sampel dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan regresi linier menggunakan aplikasi Microsoft Excel. Konsentrasi sampel sebagai sumbu X dan % inhibisi sebagai sumbu Y, dan diperoleh persamaan: $y = ax + b$. Sedangkan untuk penentuan nilai IC₅₀ dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

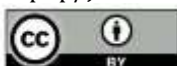
$$IC_{50} (X) = \frac{50 - b}{a}$$

Keterangan:

y = 50

a = intercept

b = slope



HASIL DAN PEMBAHASAN

Tangkai daun *strawberry* yang digunakan merupakan *strawberry* local yang berasal dari Alahan Panjang, Sumatera Barat. Tumbuhan *strawberry* telah diuji di Laboratorium Hebarium Universitas Andalas (UNAND) diperoleh bahwa yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Fragaria x ananassa* (Duchesne ex Weston) Duchese ex. Pembuatan simplisa dilakukan dengan sortirsi untuk memisahkan zat kotor dari sampel. Setelah dilakukan sortasi selanjutnya mengeringkan sampel dengan menggunakan matahari tidak langsung, hal ini bertujuan agar tidak merubah kandungan kimia. Kemudian sampel yang telah kering dipotong kecil-kecil dan dihaluskan menggunakan *blender*. Sedangkan bauh *strawberry* dihaluskan menggunakan *blender* lalu di keringkan menggunakan oven. Massa sampel yang telah halus diperoleh sebanyak 100 gram. Kemudian dimaserasi menggunakan metanol selama 2x24 jam, sesekali diaduk. Ekstrak yang didapatkan kemudian disaring. Penyaringan dengan menggunakan kertas saring. Setelah penyaringan, filtrat yang didapat kemudian dipekatkan dengan menggunakan *rotary evaporator*. Sehingga memperoleh ekstrak metanol pada daun *strawberry* sebanyak 13,3037 gram.

Tabel 1. Data bobot simplisia tangkai daun *Stawberry*

Bobot Simplisa Tangkai Daun <i>Strawberry</i>	Berat Ekstrak	Rendemen
100 grams	13,3037 grams	13,3037%

Hasil Uji Fitokimia

Setelah itu dilakukan uji fitokimia pada ekstrak metanol tangkai daun *strawberry*. Uji fitokimia ini bertujuan untuk mengidentifikasi senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam tangkai daun *strawberry* berdasarkan pelarut pengekstraknya. Hasil uji fitokimia pada tangkai daun *strawberry* yaitu

No	Uji Fitokimia	Keterangan
1.	Akaloid	+
2.	Flavonoid	-
3.	Saponin	+
4.	Steroid/ terpenoid	-
5.	Fenolik	+

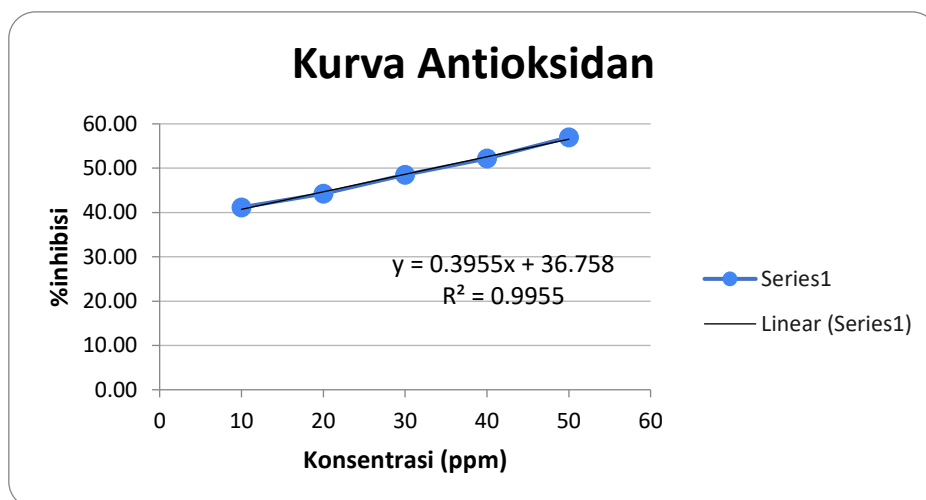
Uji golongan senyawa dilakukan pada ekstrak dengan ditandai adanya perubahan warna sebagai uji positifnya. Reaksi positif yang dimaksud yaitu terjadi perubahan warna

pada saat pengujian golongan senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, steroid atau terpenoid dan fenolik. Hasil uji golongan senyawa yang diperoleh, diketahui ekstrak tangkai daun *strawberry* hasil ekstraksi menggunakan pelarut metanol positif teridentifikasi kelompok senyawa alkaloid, saponin dan fenolik.

Aktivitas Antioksidan Dengan Metode DPPH

Aktivitas antioksidan ekstrak tangkai daun *strawberry* di uji dengan menggunakan metode DPPH dengan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 517 nm. Besarnya aktivitas antioksidan ditandai dengan nilai IC₅₀, yaitu konsentrasi larutan sampel yang dibutuhkan untuk menghambat 50 % radikal bebas DPPH. Nilai IC₅₀ pada ekstrak ditentukan dengan menggunakan persamaan regresi linier dari kurva hubungan konsentrasi sampel terhadap persen inhibisi dengan persamaan $Y = ax + b$, konsentrasi sampel (ppm) sebagai sumbu (X) dan nilai persentase inhibisi sebagai sumbu (Y) (Irnawati *et al.*, 2017).

Berdasarkan persamaan regresi pada Gambar 1 diperoleh nilai IC₅₀ pada metanol tangkai daun sebesar 33,4816 ppm



Gambar 1 Kurva Hubungan Konsentrasi Ekstrak Tangkai Daun *Strawberry* Terhadap Persentase Inhibisi

Adapun sebagai pembandingan, dilakukan pengujian aktivitas antioksidan terhadap asam askorbat (vitamin C) dengan masing-masing konsentrasi 2, 5, 10, 20, dan 40 ppm. Nilai IC₅₀ pada asam askorbat adalah 22,2034 ppm.



Gambar 2. Kurva Hubungan Konsentrasi Vitamin C Terhadap Persentase Inhibisi

Bila dibandingkan nilai IC50 pembanding vitamin C dengan nilai IC50 ekstrak metanol yang diperoleh, diketahui bahwa nilai IC50 asam askorbat lebih rendah. Tetapi termasuk golongan sangat kuat pada keduanya. Hal ini menandakan bahwa sifat antioksidan senyawa bioaktif yang terkandung dalam tangkai daun bersifat lemah jika dibandingkan dengan vitamin C. Aktivitas antioksidan dapat dibagi menjadi kategori sangat kuat, kuat, sedang, lemah, dan sangat lemah (Nasution *et al.*, 2015). Antioksidan dikatakan sangat kuat apabila memiliki nilai IC50 kurang dari 50 ppm, antioksidan kuat memiliki nilai IC50 berada pada kisaran 50 ppm hingga 100 ppm, antioksidan sedang memiliki nilai IC50 berkisar antara 100 ppm hingga 150 ppm, antioksidan lemah memiliki kisaran 150 ppm hingga 200 ppm dan nilai IC50 lebih dari 200 ppm merupakan antioksidan berkategori sangat lemah. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya pada daun *strawberry* menggunakan etanol dengan metode DPPH didapatkan sebesar 363,551 ppm yang merupakan kategori antioksidan sangat lemah (Widyastuti *et al.*, 2016).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, disimpulkan bahwa senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam tangkai daun strawberry (*Fragaria x annanasa*) berdasarkan uji fitokimia adalah senyawa alkaloid, saponin dan fenolik. Aktivitas antioksidan yang diperoleh dari ekstrak menggunakan pelarut metanol tangkai daun

strawberry dengan nilai IC50 sebesar 33,4816 ppm dengan pembanding pada vitamin C diperoleh nilai IC50 sebesar 22,2034 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, E. R., Hariri, A. M., Lestari, P., & Purnomo, P. (2017). Uji Mortalitas Penghisap Polong Kedelai (*Riptortus Linearis* F.) (Hemiptera: Alydidae) Setelah Aplikasi Ekstrak Daun Pepaya, Babadotan Dan Mimba Di Laboratorium. *Jurnal Agrotek Tropika*, 5(1). <https://doi.org/10.23960/jat.v5i1.1846>
- Anuradha, A., & Annadurai, R. S. (2008). Biochemical and molecular evidence of azadirachtin binding to insect actins *Current Science*.
- Butterworth, J. H., & Morgan, E. D. (1968). Isolation of substance that suppresses feeding in Locusts. *Chem. Commun*, 23–24.
- Chaudhary, S. (2017). Progress on Azadirachta indica Based Biopesticides in Replacing Synthetic Toxic Pesticides. *Frontiers in Plant Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00610>
- Divekar, P. (2023). Botanical Pesticides: An Eco-Friendly Approach for Management of Insect Pests. *Acta Scientific Agriculture*, 7(2), 75–81. <https://doi.org/10.31080/ASAG.2023.07.1236>
- Kamaraj, C., Gandhi, P. R., Elango, G., Karthi, S., Chung, I. M., & Rajakumar, G. (2018). Novel and environmental friendly approach; Impact of Neem (*Azadirachta indica*) gum nano formulation (NGNF) on *Helicoverpa armigera* (Hub.) and *Spodoptera litura* (Fab.). *International Journal of Biological Macromolecules*, 107(PartA), 59–69. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.08.145>
- López-Castillo, L. M., Silva-Fernández, S. E., Winkler, R., Bergvinson, D. J., Arnason, J. T., & García-Lara, S. (2018). Postharvest insect resistance in maize. *Journal of Stored Products Research*, 77, 66–76. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2018.03.004>
- Mehlhorn, H., Al-Rasheid, K. A. S., & Abdel-Ghaffar, F. (2011). The Neem Tree Story: Extracts that Really Work. In (Ed.) *Nature Helps* (Springer-V, pp. 77–108).
- Montal, D., & Montal, T. (2012). A Review on efficacy of *Azadirachta indica* A. Juss based biopesticides: An Indian perspective. *Research Journal of Recent Sciences*, 1(3), 94–99.
- Nonci, N., & Muis, A. (2016). Biologi, Gejala Serangan, Dan Pengendalian Hama Bubuk Jagung *Sitophilus Zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 34(2), 61. <https://doi.org/10.21082/jp3.v34n2.2015.p61-70>
- Purnama, I., & Mutamima, A. (2023). *Pestisida dalam Produk Pertanian: Dampak, Analisis, dan Strategi Pengelolaan* (S. Noegrohati, S. Asviatuti, & H. Basril, Eds.; 1st ed.). SOEGA PUBLISHING.
- Rembold, H., Sharma, G. K., & Schmutterer, H. (1982). Azadirachtin: a potential insect growth regulator of plant origin. *Z. Angew. Entomol*, 93, 12–17.
- Suanda, I. W., & Delly Resiani, N. M. (2020). The Activity of Nimba Leaves (*Azadirachta Indica* A. Juss.) Extract Insecticide as Vegetative Pesticide on Rice Weevil (*Sitophilus Oryzae* L.) (Coleoptera: Curculionidae). *SEAS (Sustainable Environment Agricultural Science)*, 4(1), 10–17. <https://doi.org/10.22225/seas.4.1.1520.10-17>
- Susanti, R. (2022). Aplikasi Suhu terhadap Mortalitas Hama *Sitophilus zeamais* dan *Tribolium castaneum* pada Jagung. *Agrotechnology Research Journal*, 6(1), 16. <https://doi.org/10.20961/agrotechresj.v6i1.55423>
- Untung, K. (2019). *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu* (7th ed.). Gajah Mada University Press.

