

APLIKASI ASAP CAIR BERBASIS KESAMBI DENGAN KONSENTRASI BERBEDA TERHADAP PERKECAMBAHAN JAGUNG PUTIH LOKAL TIMOR

**Stormy Vertygo ^{1*)}, Belni S. Naimasus ¹⁾, Bernadeta N. Go'o ¹⁾, Rita L. Mate ¹⁾,
dan Basry Yadi Tang ²⁾**

¹⁾ Jurusan Peternakan, Politeknik Pertanian Negeri Kupang

*²⁾ Jurusan Manajemen Pertanian Lahan Kering, Politeknik Pertanian Negeri Kupang
Jl. Prof. Dr. Herman Yohanes Lasiana Kupang P.O.Box. 1152, Kupang-85011*

Korespondensi: svertygo91@gmail.com

ABSTRACT

*The province of East Nusa Tenggara (NTT) has several local maize varieties that are proven to be more resistant to pest than hybrid varieties. Unfortunately, the local varieties have very low growth and development that in turn, hinder its productivity. Research on the effect of kusum tree (*Schleichera oleosa*) derived liquid smoke on the germination and growth of white local maize variety has been conducted. Treatments used different concentration as follows: P₀: 0% of liquid smoke (control), P₁: 10%, P₂: 20%, P₃: 30% and P₄: 40%. Results showed no significant effect on germination percentage (GT) and mean germination time (MGT). However, it has significant effect on the number of leaves/sprout where the P₁ and P₂ treatment gave the best result. This could serve as an alternative method for farmers in cultivating their maize crops for a better productivity yield, especially for use as livestock feed.*

Keywords: White maize, Liquid smoke, Kusum tree, Germination, Timor local variety.

PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman sereal yang tidak hanya dimanfaatkan sebagai pangan, melainkan juga sebagai pakan ternak. Hampir semua bagian tubuhnya dapat dimanfaatkan sebagai pakan yang di antaranya meliputi biji, tongkol, klobot, batang, limbah jerami dan juga dalam bentuk kecambah. Kandungan nutrisi dalam biji jagung, meskipun rendah dalam kadar protein (9,1%), lemak (4,4%) dan mineral (1,4%), namun sangat tinggi dari segi kadar amilumnya (73.4%) (Dei, 2017). Amilum yang terdapat dalam bijinya ini merupakan bentuk karbohidrat yang akan dimanfaatkan sebagai sumber energi utama bagi ternak (Hikmah et al., 2022). Pada organ daun, kandungan nutrisinya sedikit berbeda di mana kandungan proteinnya relatif lebih tinggi bila dibandingkan dengan pada biji yaitu senilai ± 11% dan begitupun pula kandungan mineralnya yang dapat mencapai 12% (Feedipedia, 2016).

Jagung termasuk salah satu tanaman yang sangat populer di provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) setelah padi. Kebutuhan jagung terdistribusi untuk berbagai keperluan di antaranya untuk kebutuhan rumah tangga, industri pangan, industri

pakan dan juga perbenihan (Khoirunnisaa, 2021). Meskipun termasuk pusat pembudidayaan Jagung, produktivitasnya di NTT ternyata masih sangat rendah (*Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Nusa Tenggara Timur - Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Nusa Tenggara Timur*, n.d.). Permasalahan utama yang dialami dapat berasal dari banyak faktor terutama: kondisi kesuburan tanah yang rendah dengan periode hujan yang relatif singkat, keterbatasan modal untuk menyediakan sarana dan prasarana termasuk juga harga pupuk dan pestisida yang kian meningkat dan juga keterbatasan SDM dalam hal pengembangan teknologi pembudidayaan yang baik (Rohi et al., 2018). NTT memiliki cukup banyak varietas jagung lokal (seperti jagung putih dan kuning lokal Timor) yang telah teramati lebih resisten terhadap serangan hama (misalnya: *Sitophilus* spp.) bila dibandingkan dengan varietas unggul. Akan tetapi, sayangnya varietas lokal ini memiliki laju pertumbuhan, perkembangan dan produktivitas yang rendah (Menge & Seran, 2017).

Salah satu alternatif metode yang dapat dilakukan untuk memacu pertumbuhan, perkembangan dan ketahanan tumbuhan adalah dengan mengaplikasikan pengasapan pada fase biji atau benih (G. Flematti et al., 2015). Kandungan senyawa kimia yang terdapat dalam asap hasil pembakaran material tumbuhan telah diketahui dapat bertindak sebagai faktor tumbuh eksternal (*external growth factor*) yang mampu mendorong pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan termasuk perkecambahan atau germinasi (Chiwocha et al., 2009). Beberapa senyawa faktor tumbuh eksternal yang telah berhasil diisolasi dari hasil pembakaran material tumbuhan di antaranya: senyawa Karrikin (Chiwocha et al., 2009), strigolakton (Hu et al., 2019) dan cyanohydrin (G. R. Flematti et al., 2013).

Di NTT, sumber pengasapan masih difokuskan untuk pengolahan pangan terutama terhadap daging sapi dan ikan asap, dan masih sangat minim terhadap respon perkecambahan tumbuhan. Jenis kayu yang dijadikan sebagai sumber pengasapan terutama berasal dari Kesambi (*Schleichera oleosa*) yang merupakan jenis tumbuhan yang cukup banyak tersebar di wilayah provinsi ini. Pengasapan yang dilakukan juga terdapat dalam berbagai bentuk di antaranya asap pembakaran langsung dan juga dalam bentuk asap cair (*liquid smoke*). Asap cair berbahan kayu kesambi telah diujicobakan ke sedikit tumbuhan di NTT dalam hal menginisiasi respon germinasinya, misalnya pada: kacang tanah (Tang et al., 2020), kedelai (Swari et al., 2021) dan *Indigofera zollingeriana* (Mulik et al., 2021).

Dalam penelitian ini, pengaruh aplikasi asap cair berbasis kesambi dengan konsentrasi berbeda-beda dikaji pengaruhnya terhadap parameter perkecambahan jagung putih lokal Timor berupa persentase germinasi akhir (GT), rerata waktu berkecambah (MGT) serta parameter pertumbuhan berupa jumlah helaian daun tipe kecambah. Hasil kajian ini diharapkan dapat memberikan informasi baru akan penggunaan asap cair yang multifungsional khususnya terkait teknik pembudidayaan tumbuhan untuk memacu produktivitasnya, termasuk tumbuhan pakan ternak.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorim Teknologi Pakan Ternak, Jurusan Peternakan, Politeknik Pertanian Negeri Kupang, pada bulan Juli 2022 selama 2 minggu (14 hari).

Seleksi Benih

Benih yang digunakan adalah jagung putih varietas lokal Timor yang diambil dari kelurahan Lelogama, kecamatan Amfoang Selatan, kabupaten Kupang, NTT. Benih diseleksi menggunakan metode apung (Daneshvar et al., 2017) di mana benih-benih tersebut direndam dalam air, dan yang tenggelam yang diambil sebagai benih sampel yang viabel. Setelah dikeringkan, benih dipilih yang berkualitas baik yang ditandai dengan tekstur biji yang tidak berlubang dan ditimbang untuk digunakan bobot benih yang hampir sama yaitu $0,5 \pm 0,1$ gram.

Aplikasi Perlakuan Asap cair

Benih yang telah diseleksi tersebut kemudian diberikan perlakuan berupa perendaman dalam asap cair dengan konsentrasi yang berbeda selama 1 jam (60 menit). Metode yang dilakukan mengikuti Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan perlakuan sebagai berikut:

- P₀: Benih jagung dengan konsentrasi 0% (tanpa penggunaan asap cair) selama 1 jam sebagai kontrol.
 - P₁: Benih jagung dengan perendaman konsentrasi asap cair 10% selama 1 jam.
 - P₂: Benih jagung dengan perendaman konsentrasi asap cair 20% selama 1 jam.
 - P₃: Benih jagung dengan perendaman konsentrasi asap cair 30% selama 1 jam.
-

P₄: Benih jagung dengan perendaman konsentrasi asap cair 40% selama 1 jam.

Adapun asap cair yang digunakan berasal dari hasil pirolisis pohon Kesambi (*Schleichera oleosa*) yang di-distilasi hingga mendapatkan produk ber-grade 1.

Parameter yang Diamati

Pada masing-masing perlakuan, benih dikecambahkan di dalam cawan petri berukuran seragam dan dibuatkan sebanyak 5 ulangan. Dengan demikian, digunakan sebanyak 25 cawan petri. Pada masing-masing ulangan tersebut, sebanyak 30 benih jagung dikecambahkan selamam 14 hari (2 minggu) dan diamati parameter-parameternya sebagai berikut (Al-Ansari & Ksiksi, 2016; Al-Mudaris, 1998):

1. Presentase germinasi akhir (GT)

$$GT = \frac{\text{Total biji yang berkecambah pada akhir pengamatan}}{\text{Total Biji mula - mula}} \times 100\%$$

2. Rerata Waktu Berkecambah (MGT)

$$MGT = \frac{\sum fx}{\sum f}$$

Di mana f_x = Jumlah biji berkecambah pada hari ke-x

3. Jumlah helaian daun/kecambah, di mana jumlah daun yang telah terbuka penuh dihitung untuk tiap benih yang telah berkecambah.

Analisis Data

Data pengamatan selanjutnya dianalisis secara statistik dengan analisis sidik ragam (ANOVA) dengan taraf signifikansi 5% dan apabila berbeda nyata akan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (Mead, 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Presentase Germinasi Akhir

Dalam penelitian ini, presentase germinasi akhir (GT) dihitung untuk mengkaji viabilitas dari benih setelah diberikan perlakuan perendaman asap cair dengan konsentrasi yang berbeda sambil membandingkannya dengan perlakuan kontrol. Viabilitas benih merupakan kemampuan benih untuk berkecambah sehingga dapat melangsungkan siklus reproduksinya (Hasanah et al., 2021). Suatu benih

dikatakan berkecambah bila bakal akar (radikula) yang telah muncul memiliki panjang minimal 2 mm. Selama perkecambahan, benih melakukan serangkaian aktivitas metabolik yang mengoksidasi cadangan makanan dalam kotiledon sebagai sumber energi untuk pembelahan sel (Agustina et al., 2021). Pengaruh aplikasi asap cair terhadap GT dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Presentase Germinasi Akhir Benih Jagung yang Diaplikasikan Asap Cair Kesambi dengan Konsentrasi Berbeda.

Parameter	Perlakuan				
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
GT (%)	56,3013598	57,616154	66,024916	59,15356255	64,08584575

Berdasarkan hasil di atas, meskipun terlihat bahwa presentase germinasi tertinggi terdapat pada perlakuan P₂ di mana benih direndam dengan konsentrasi asap cair sebesar 20%, akan tetapi, analisis statistik menunjukkan bahwa pemberian asap cair berbasis kesambi dengan konsentrasi yang berbeda tidak memberikan pengaruh nyata terhadap presentase germinasi akhir (GT), Hasil ini berbeda dengan kajian yang dilakukan oleh Sunmonu et al. (2016) yang menunjukkan adanya dampak positif pengasapan terhadap pertumbuhan jagung. Akan tetapi, pada penelitian yang dilakukannya, benih jagung (dan juga buncis) diberikan perlakuan dalam bentuk air asap (*smoke water*). Karena pembakaran untuk menghasilkan air asap terjadi secara aerobik (Chiwocha et al., 2009), maka tentunya akan semakin memperbesar kemungkinan terdapatnya berbagai faktor tumbuh (*growth factor*) terutama senyawa Karrikin. Sebaliknya, pada penelitian ini, perlakuan pengasapan dilakukan dalam bentuk asap cair yang merupakan hasil pirolisis. Proses ini terjadi secara anaerobik (Feng & Lin, 2017), sehingga dapat berdampak pada faktor tumbuh yang dihasilkan belum cukup untuk dapat memacu perkecambahan (germinasi).

Secara umum, nilai GT dari perlakuan perkecambahan di atas juga dapat dikatakan tidak optimal (termasuk pada kontrol P₀) karena perkecambahan (germinasi) tidak memberikan nilai GT di atas 90%. Suhu optimal bagi jagung yang sedang bertumbuh berkisar pada 23 – 27°C (Killa et al., 2019), sedangkan selama penelitian, suhu ruang pada saat itu berada di atas kisaran suhu optimumnya yaitu pada ±30 °C. Terkait perlakuan pemberian asap cair yang diberikan, terhadap

tumbuhan *Arabidopsis thaliana*, Wang et al. (2018) menemukan bahwa bila proses pensinyalan antara molekul ligan Karrikin dengan reseptor selnya dalam tubuh (*KARRIKIN INSENSITIVE2* atau KAI2) terjadi di bawah kondisi yang belum kondusif, maka keberadaan senyawa Karrikin dalam asap pembakaran akan beralih fungsi dari promotor germinasi menjadi inhibitor germinasi. Mekanisme seluler yang memediasi perubahan fungsi fisiologis ini masih belum begitu dipahami namun telah diketahui melibatkan regulasi ekspresi dari 3 gen berikut: *DEHYDRATION-RESPONSIVE ELEMENT (DRE) BINDING PROTEIN 2* (DREB2A), *ETHYLENE-RESPONSIVE ELEMENT-BINDING FACTOR 5* (ERF5) dan WRKY33. Terkait penelitian yang telah dilakukan, pembahasan ini dapat mengindikasikan bahwa apabila germinasi dilakukan pada suhu yang optimal maka perlakuan yang diberikan asap cair dapat memberikan nilai GT yang lebih tinggi yang berbeda signifikan bila dibandingkan dengan perlakuan kontrolnya.

Rerata Waktu Berkecambah (MGT)

Rerata waktu berkecambah (MGT) merupakan lama waktu yang dibutuhkan bagi benih suatu spesies tumbuhan untuk berkecambah. Semakin cepat waktu yang dibutuhkan suatu benih untuk berkecambah, maka akan semakin cepat pula pertumbuhan dan perkembangannya sehingga proses pemanenan dapat dipersingkat. Pengaruh aplikasi asap cair terhadap MGT dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Rerata Waktu Berkecambah Benih Jagung yang Diaplikasikan Asap Cair Kesambi dengan Konsentrasi Berbeda.

Parameter	Perlakuan				
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
MGT biji/hari)	7,466459627	7,267090946	7,765134989	6,989746032	7,695755403

Berdasarkan hasil di atas, pemberian asap cair berbasis kesambi dengan konsentrasi yang berbeda tidak memberikan pengaruh nyata terhadap rerata waktu berkecambah (MGT). Sama halnya dengan parameter GT, hal ini dapat disebabkan karena kurangnya faktor tumbuh yang dihasilkan pada pembakaran kesambi dalam bentuk asap cair. Selain itu, dalam asap cair hasil pirolisis juga memiliki kandungan senyawa-senyawa lain di antaranya senyawa karbonil (keton dan aldehid) sebanyak 10-14% (Mardyaningsih et al., 2016). Senyawa karbonil yang

berasal dari dari golongan keton diketahui dapat menekan perkecambahan dan pertumbuhan dengan menghambat enzim *4-Hydroxyphenylpyruvate dioxygenase* (HPPD) (Chotpatiwatchkul et al., 2022). Hal ini jugalah yang mendasari prinsip kerja beberapa jenis herbisida. HPPD merupakan enzim yang ditemukan pada hampir semua organisme aerobik termasuk tumbuhan. Dalam tubuh tumbuhan, enzim ini berperan dalam jalur biokimiawi yang akan mensintesis senyawa-senyawa penting seperti plastoquinon dan tokoferol. Plastoquinon merupakan salah satu molekul pembawa elektron (*electron carrier*) yang terlibat dalam reaksi terang fotosintesis (Havaux, 2020), sedangkan tokoferol, karena aktivitas antioksidannya yang tinggi, berfungsi untuk meningkatkan toleransi tumbuhan terhadap stres abiotik, termasuk faktor kekeringan, salinitas, kadar logam berat dan ozon (Hasanuzzaman et al., 2014).

Jumlah Helaian Daun

Helaian daun merupakan salah satu parameter yang menunjukkan kualitas pertumbuhan suatu spesies tumbuhan. Parameter ini juga menjadi semakin penting apabila daun merupakan salah satu target pemanenan yang dapat dimanfaatkan misalnya sebagai pakan ternak. Salah satu bentuk pakan yang dapat diberikan pada ternak seperti unggas dan ruminansia adalah berupa *fodder*. Fodder dapat dihasilkan dalam berbagai bentuk termasuk dalam bentuk kecambah. Kecambah jagung yang akan dimanfaatkan sebagai *fodder* dipanen setelah 14 hari (2 minggu) dibiarkan bergerminasi, di mana helaian daun merupakan salah satu komponen utama penyusun *fodder* tersebut. Fodder jagung selain cepat dipanen, merupakan sumber utama karbohidrat yang murah dan juga mengandung protein dan mineral dengan kadar yang cukup bagi kebutuhan nutrisi ternak (Chaudhary et al., 2014). Pengaruh aplikasi asap cair terhadap jumlah helaian daun dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Jumlah Helaian Daun/Kecambah Benih Jagung yang Diaplikasikan Asap Cair Kesambi dengan Konsentrasi Berbeda.

Parameter	Perlakuan				
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Jumlah helaian daun/kecambah (helaian)	2,4	3	3	2,86	2,76

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perendaman benih dengan asap cair sebelum dikecambahkan berpengaruh nyata terhadap jumlah daun yang dihasilkan pada tiap kecambah. Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh Aslam et al. (2019) terhadap benih jagung yang diberikan air asap (*smoke water*), di mana terjadi pertambahan ukuran pucuk pada perlakuan dengan konsentrasi 1000 ppm dan 2000 ppm. Pada jenis rumput lainnya, *Brachypodium distachyon*, Meng et al. (2022) menemukan bahwa senyawa karrikin (KAR₁ dan KAR₂) dan strigolakton dalam asap hasil pembakaran material tumbuhan turut berperan dalam proses perkembangan pucuk (*shoot development*) melalui mekanisme pensinyalannya dengan reseptor enzim α/β -hydrolases KAI2. Pengamatan terhadap jenis rumput *Festuca arundinacea* cv. 'Kentucky-31' menunjukkan bahwa perkembangan daunnya dipengaruhi secara signifikan oleh senyawa strigolakton dan interaksinya dengan fitohormon auksin dengan mempertahankan fase pembelahan selnya bahkan pada suhu tinggi. Hal ini ditunjukkan pula oleh tingginya level ekspresi dari 3 gen yang terlibat aktif selama siklus sel berlangsung yaitu: *Proliferating Cell Nuclear Antigen* (PCNA), *Cyclin-D2* (CycD2) dan *Cyclin-Dependent Kinase B* (CDKB) (Hu et al., 2019). Pada rumput *Lathyrus sativus*, hasil kajian Basaran et al. (2019) menunjukkan bahwa meskipun perkecambahannya terhambat, namun perlakuan pengasapan dalam bentuk air asap meningkatkan pertumbuhan akar dan juga pucuk. Terhadap 37 spesies tumbuhan yang mendiami teluk Mediterania, pengasapan benih yang dilakukan oleh Çatav et al. (2018) secara umum lebih mendorong pertumbuhan akar dibandingkan pertumbuhan pucuk. Adanya hasil yang beragam ini menunjukkan bahwa masing-masing spesies tumbuhan dapat memberikan respon yang berbeda-beda terhadap perlakuan pengasapan. Faktor lain yang dapat turut mempengaruhi respon ini adalah bentuk atau wujud pengasapan yang diberikan.

SIMPULAN

1. Aplikasi asap cair berbasis kesambi dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh nyata terhadap jumlah helaian daun per kecambah jagung putih lokal Timor dengan perlakuan perendaman asap cair 10% dan 20% selama 1 jam memberikan hasil yang terbaik.
 2. Terkait parameter tersebut di atas, pemberian asap cair pada benih jagung sebelum dikecambahkan dapat pula dilakukan dalam prosedur pembuatan *fodder* agar dapat memberikan hasil panen yang lebih tinggi.
-

3. Aplikasi asap cair berbasis kesambi dengan konsentrasi yang berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap parameter-parameter perkecambahan yang diamati yaitu persentase germinasi akhir (GT) dan rerata waktu berkecambah (MGT).
4. Perlakuan germinasi melalui perendaman dalam asap cair sebaiknya tetap dilakukan dengan memperhatikan suhu optimumnya agar hasil yang diperoleh semakin maksimal khususnya terkait parameter-parameter yang tidak berbeda nyata tersebut di atas.
5. Perlu dilakukan kajian terkait kandungan senyawa faktor tumbuh yang terdapat dalam asap cair hasil pembakaran material tumbuhan berbasis Kesambi (*Schleichera oleosa*).

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, D. K., Zen, S., Sahrir, D. C., Fadhila, F., Zuyasna, Z., Vertygo, S., Mago, O. Y. T., Ruhardi, A., Arianto, S., & Khariri, K. (2021). *Teori Biologi Sel*. Yayasan Penerbit Muhammad Zaini.
- Al-Ansari, F., & Ksiksi, T. (2016). A Quantitative Assessment of Germination Parameters: The Case of and. *The Open Ecology Journal*, 9, 13–21. <https://doi.org/10.2174/1874213001609010013>
- Al-Mudaris, M. A. (1998). Notes on Various Parameters Recording the Speed of Seed Germination. *Der Tropenlandwirt - Journal of Agriculture in the Tropics and Subtropics*, 99(2), Article 2.
- Aslam, M. M., Rehman, S., Khatoon, A., Jamil, M., Yamaguchi, H., Hitachi, K., Tsuchida, K., Li, X., Sunohara, Y., Matsumoto, H., & Komatsu, S. (2019). Molecular Responses of Maize Shoot to a Plant Derived Smoke Solution. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(6), 1319. <https://doi.org/10.3390/ijms20061319>
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Nusa Tenggara Timur—Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Nusa Tenggara Timur. (n.d.). Retrieved April 6, 2022, from https://ntt.litbang.pertanian.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=294:jagung-zea-mays-l-pangan-andalan-ntt-sereal-bermutu-bagi-kesehatan-&catid=4:info-aktual&Itemid=5
- Basaran, U., DOĞRUSÖZ, M., GÜLÜMSER, E., & MUT, H. (2019). Using smoke solutions in grass pea (*Lathyrus sativus* L.) to improve germination and seedling growth and reduce toxic compound ODAP. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 43(6), 518–526. <https://doi.org/10.3906/tar-1809-66>
-

- Çatav, S., Küçükakyüz, K., Tavşanoğlu, Ç., & Pausas, J. (2018). Effect of fire-derived chemicals on germination and seedling growth in Mediterranean plant species. *Basic and Applied Ecology*, 30. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2018.05.005>
 - Chaudhary, D., Jat, S., Kumar, R., Kumar, A., & Kumar, B. (2014). Fodder Quality of Maize: Its Preservation. In *Maize: Nutrition Dynamics and Novel Uses* (pp. 153–160). https://doi.org/10.1007/978-81-322-1623-0_13
 - Chiwocha, S., Dixon, K., Flematti, G., Ghisalberti, E., Merritt, D., Nelson, D., Riseborough, J. M., Smith, S., & Stevens, J. (2009). Karrikins: A new family of plant growth regulators in smoke. *Plant Science*, 177(4), 252–256. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2009.06.007>
 - Chotapatiwetchkul, W., Chotsaeng, N., Laosinwattana, C., & Charoenying, P. (2022). Structure–Activity Relationship Study of Xanthoxyline and Related Small Methyl Ketone Herbicides. *ACS Omega*, 7. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c02704>
 - Daneshvar, A., Tigabu, M., Karimidoost, A., & Odén, P. C. (2017). Flotation techniques to improve viability of Juniperus polycarpus seed lots. *Journal of Forestry Research*, 28(2), 231–239. <https://doi.org/10.1007/s11676-016-0306-2>
 - Dei, H. K. (2017). Assessment of Maize (Zea mays) as Feed Resource for Poultry. In *Poultry Science*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/65363>
 - Feedipedia. (2016). *Maize leaves, fresh* | Feedipedia. <https://www.feedipedia.org/node/22237>
 - Feng, Q., & Lin, Y. (2017). Integrated processes of anaerobic digestion and pyrolysis for higher bioenergy recovery from lignocellulosic biomass: A brief review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77, 1272–1287. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.022>
 - Flematti, G., Dixon, K., & Smith, S. (2015). What are karrikins and how were they ‘discovered’ by plants? *BMC Biology*, 13. <https://doi.org/10.1186/s12915-015-0219-0>
 - Flematti, G. R., Waters, M. T., Scaffidi, A., Merritt, D. J., Ghisalberti, E. L., Dixon, K. W., & Smith, S. M. (2013). Karrikin and cyanohydrin smoke signals provide clues to new endogenous plant signaling compounds. *Molecular Plant*, 6(1), 29–37. <https://doi.org/10.1093/mp/sss132>
 - Hasanah, U., Azis, P. A., Jayati, R. D., Astuti, W. W., Taskirah, A., Liana, A., Rusmidin, Nopiyanti, N., Lutfi, Veryani, A. N., Samsi, A. N., Vertygo, S., Banna, M. Z. A., & Sulastri, N. D. P. (2021). *Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan*. Media Sains Indonesia.
 - Hasanuzzaman, M., Nahar, K., & Fujita, M. (2014). Chapter 12 - Role of Tocopherol (Vitamin E) in Plants: Abiotic Stress Tolerance and Beyond. In P. Ahmad & S. Rasool (Eds.), *Emerging Technologies and Management of Crop Stress Tolerance* (pp. 267–289). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800875-1.00012-0>
-

- Havaux, M. (2020). Plastoquinone In and Beyond Photosynthesis. *Trends in Plant Science*, 25(12), 1252–1265. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2020.06.011>
- Hikmah, A. M., Luthfianto, D., Silitonga, M., Vertygo, S., Rita, R. S., Gultom, E. S., Ulfah, M., & Tika, I. N. (2022). *Buku Ajar Biokimia Teori dan Aplikasi*. CV. Feniks Muda Sejahtera. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=id&user=KOPyJbAAAAAJ&citation_for_view=KOPyJbAAAAAJ:zU12_INMIC4C
- Hu, Q., Zhang, S., & Huang, B. (2019). Strigolactones Promote Leaf Elongation in Tall Fescue through Upregulation of Cell Cycle Genes and Downregulation of Auxin Transport Genes in Tall Fescue under Different Temperature Regimes. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(8), 1836. <https://doi.org/10.3390/ijms20081836>
- Khoirunnisaa, J. (2021, October 19). *Panen Jagung di NTT, Mentan: Produksi Harus Terus Digenjot*. detikfinance. <https://finance.detik.com/berita-ekonomi-bisnis/d-5773593/panen-jagung-di-ntt-mentan-produksi-harus-terus-digenjot>
- Killa, Y., Simanjuntak, B., & Widyawati, N. (2019). Penentuan Pola Tanam Padi dan Jagung Berbasis Neraca Air di Kecamatan Lewa Kabupaten Sumba Timur. *AgriTECH*, 38, 469. <https://doi.org/10.22146/agritech.38896>
- Mardyaningsih, M., Leki, A., & Engel, S. S. (2016). Teknologi Pembuatan Liquid Smoke Daun Kesambi sebagai Bahan Pengasapan Se'i Ikan Olahan Khas Nusa Tenggara Timur. *Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan*, 0, Article 0.
- Mead, R. (2017). *Statistical Methods in Agriculture and Experimental Biology* (Third). CRC Press.
- Meng, Y., Varshney, K., Incze, N., Badics, E., Kamran, M., Davies, S. F., Oppermann, L. M. F., Magne, K., Dalmais, M., Bendahmane, A., Sibout, R., Vogel, J., Laudencia-Chingcuanco, D., Bond, C. S., Soós, V., Gutjahr, C., & Waters, M. T. (2022). KARRIKIN INSENSITIVE2 regulates leaf development, root system architecture and arbuscular-mycorrhizal symbiosis in *Brachypodium distachyon*. *The Plant Journal*, 109(6), 1559–1574. <https://doi.org/10.1111/tpj.15651>
- Menge, D., & Seran, Y. L. (2017). *Penampilan Jagung Lokal Dan Peranannya Sebagai Sumber Pangan Utama Bagi Masyarakat Di Lahan Kering Nusa Tenggara Timur*. <http://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/9040>
- Mulik, Y. M., Vertygo, S., Se'u, V. E., & Tang, B. Y. (2021). THE GERMINATION OF INDOGOFERA ZOLLINGERIANA BY SOAKING IN LIQUID SMOKE WITH DIFFERENT CONCENTRATIONS. *Journal of Tropical Animal Science and Technology*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.32938/jtast.v3i1.892>
- Rohi, J. G., Winandi, R., & Fariyanti, A. (2018). Analisis Faktor yang Mempengaruhi Produksi Usahatani Jagung serta Efisiensi Teknis di Kabupaten Kupang. *Forum Agribisnis*, 8(2), 181–198.

- Sunmonu, T. O., Kulkarni, M. G., & Van Staden, J. (2016). Smoke-water, karrikinolide and gibberellic acid stimulate growth in bean and maize seedlings by efficient starch mobilization and suppression of oxidative stress. *South African Journal of Botany*, 102, 4–11. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2015.06.015>
- Swari, W. D., Tang, B. Y., & Vertygo, S. (2021). PENENTUAN INDEKS dan KOEFISIEN LAJU GERMINASI KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merr) yang DIBERI PENGASAPAN (Liquid Smoke) dari SUMBER MATERIAL TUMBUHAN yang BERBEDA. *EduMatSains: Jurnal Pendidikan, Matematika dan Sains*, 5(2), Article 2. <https://doi.org/10.33541/edumatsains.v5i2.2220>
- Tang, B., Vertygo, S., Lema, A., & Swari, W. (2020). Analisis Laju Perkecambahan Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* (L.) Merr.) yang Diberikan Kombinasi Perlakuan Suhu dan Lama Perendaman Asap Cair (Liquid Smoke). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 20, 65. <https://doi.org/10.25181/jppt.v20i1.1482>
- Wang, L., Waters, M. T., & Smith, S. M. (2018). Karrikin-KAI2 signalling provides *Arabidopsis* seeds with tolerance to abiotic stress and inhibits germination under conditions unfavourable to seedling establishment. *New Phytologist*, 219(2), 605–618. <https://doi.org/10.1111/nph.15192>
-