



PENENTUAN INDEKS dan KOEFISIEN LAJU GERMINASI KEDELAI (*Glycine max (L.) Merr*) yang DIBERI PENGASAPAN (*Liquid Smoke*) dari SUMBER MATERIAL TUMBUHAN yang BERBEDA

Wahyu Dani Swari¹, Basry Yadi Tang², Stormy Vertygo^{3*}

¹ Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Muhammadiyah Kupang

² Jurusan Manajemen Pertanian Lahan Kering, Politeknik Pertanian Negeri Kupang

³ Jurusan Peternakan, Politeknik Pertanian Negeri Kupang

Diterima: 26 Oktober 2020 Direvisi: 10 Desember 2020 Diterbitkan : 10 Januari 2021

ABSTRACT

The research aimed at determining the Germination Rate Index (ILG) and Coefficient Velocity of Germination (KLG) of Soybean treated with liquid smoke derived from different plant materials. The seeds were soaked with liquid smoke from 3 different plant sources: Kesambi wood, coconut shell, and rice husk with each source were then divided into six variety of concentration: 0%, 10%, 20%, 30%, 40% and 100%. Analysis was conducted by calculating the GRI and CVG based on the parameters observed which were : Germination Time (GT) and Mean Germination Time (MGT). Results showed that liquid smoke derived from Kesambi wood gave the best result in promoting Soybean germination. Based on its ILG and KLG value . Results showed that liquid smoke derived from Kesambi wood gave the best result in promoting Soybean germination. Based on its ILG and KLG value, Kesambi wood-derived liquid smoke with 10% concentration gave the best value which were 50,00 and 2,00 respectively. On the other hand, liquid smoke derived from coconut shell and rice husk inhibited Soybean germination starting from 10% concentration. It is suggested to use liquid smoke derived from Kesambi wood to promote seed germination with lower concentration.

Keywords: Glycine max, Germination, Soaking, Liquid Smoke, Plant materials

PENDAHULUAN

Tanaman kacang-kacangan termasuk komoditi utama yang dihasilkan di wilayah provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) (Priyanto & Diwyanto, 2015). Kondisi iklim yang juga kering menjadikannya lebih sesuai untuk pembudidayaan tanaman kacang-kacangan termasuk kacang kedelai (*Syarat Pertumbuhan Kedelai*, n.d.). Namun, perubahan iklim yang semakin tidak menentu beberapa tahun terakhir, telah memberikan ancaman serius terhadap

berbagai upaya pembudidayaanya (Lobell & Gourdji, 2012).

Kacang kedelai (*Glycine max*) termasuk dalam suku *Fabaceae*, suku terbesar ketiga dari tumbuhan Angiosperma setelah suku *Orchidaceae* dan suku *Asteraceae* (*Soybean | Description, Products, & Facts | Britannica*, n.d.). Pembudidayaan *Glycine max* diduga berawal di daratan Cina, dimana nenek moyang terdekat dari tanaman ini yaitu *G. soja* tersebar luas di daerah tersebut. (LiJuan & RuZhen, 2010).

*Correspondence Address

E-mail: svertygo91@gmail.com

Peningkatan jalur perdagangan dunia mengakibatkan tumbuhan ini mulai tersebar ke berbagai negara seperti Jepang, Korea, India, Australia, Amerika dan termasuk di Indonesia. Awal mula perkembangan *Glycine max* di Indonesia terjadi sekitar abad ke-16 di pulau Jawa yang kemudian menyebar ke pulau-pulau lainnya terutama Bali dan Nusa Tenggara (Irwan, 2006).

Secara morfologis, *Glycine max* memiliki perawakan berupa semak dan menyelesaikan siklus hidupnya (*annual*). Selama berkecambah, kotiledon akan terangkat ke permukaan tanah (Epigeal). Akar yang bertumbuh berasal dari embrio biji dengan perakaran tunggang (akar primer), tetapi percabangan akar primernya mirip perakaran serabut tumbuhan monokotil. Daun dapat berbentuk bulat ataupun lancip yang tersusun dalam satuan 2 daun tunggal ataupun daun bertangkai 3 (*trifoliolate*). Bunga berwarna kuning atau ungu yang akan terbentuk antara usia 5-7 minggu setelah tanam, dilindungi oleh daun pelindung (*brachtea*) dan akan berkembang menjadi buah 5-7 hari setelah itu (Irwan, 2006; Mangena, 2018).

Tingkat konsumsi kedelai di Indonesia tergolong sangat tinggi karena dimanfaatkan dalam berbagai produk olahan pangan seperti tempe, tahu, kecap, susu kedelai dan lainnya (Sudaryanto & Swastika, 2013). Harganya yang terjangkau semakin membuatnya diminati oleh masyarakat dari berbagai latar

belakang ekonomi (Krisdiana, 2017). Lebih dari 50% kebutuhan kedelai negara dipenuhi dari luar negeri sehingga menyebabkan kehilangan devisa dan lapangan pekerjaan serta terancamnya ketahanan pangan Nasional (T., 2016). Di NTT, meskipun produktivitasnya telah menunjukkan adanya peningkatan, akan tetapi masih belum merata di seluruh daerah. Saat ini, kontribusi terbesar berasal dari daratan Flores sedangkan di beberapa bagian seperti kabupaten dan kota Kupang tidak menghasilkan Kedelai sama sekali (*BPS Provinsi NTT*, 2018). Perubahan musim yang semakin tidak teratur juga turut memperparah dampaknya terhadap siklus hidup tumbuhan ini. Contohnya adalah seperti yang terjadi di Kecamatan Boleng, Kabupaten Manggarai Barat-NTT, di mana pada tahun 2017 masyarakat petani mengalami gagal panen karena musim kemarau yang berkepanjangan, sedangkan pada tahun 2018 gagal panen diakibatkan oleh musim hujan yang berkepanjangan (*Gagal Panen Kacang Kedelai Dua Hektar Di Terang-Manggarai Barat! Ini Penyebabnya - Pos Kupang*, n.d.). Hal ini tentunya turut memberikan penegasan akan perlunya suatu upaya antisipatif dalam menghadapi ketidakpastian siklus cuaca yang dapat berakibat pada penurunan produktivitas tumbuhan - tumbuhan komoditi.

Salah satu alternatif metode yang dapat digunakan untuk memacu pertumbuhan, perkembangan dan ketahanan tumbuhan adalah dengan mengaplikasikan pengasapan pada fase biji atau benih (Govindaraj et al., 2016). Beberapa studi pun telah membuktikan bahwa kandungan senyawa kimia yang terdapat di dalam asap hasil pembakaran material tumbuhan ternyata dapat bertindak sebagai faktor tumbuh eksternal (*external growth factor*) yang mampu mendorong pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, termasuk perkecambahan atau germinasi (Kulkarni et al., 2011). Di Indonesia sendiri, kebanyakan penelitian masih mengkaji aplikasi atau penggunaan asap pembakaran dalam hubungannya dengan lama penyimpanan benih dan pengontrolan hama (Nugroho & Aisyah, 2013; Wonkay & Taolin, 2016). Sedangkan yang memfokuskan kajiannya dalam mendorong perkecambahan masih sangat minim. Oleh karena itu, peneliti melihat adanya peluang untuk mengkaji penggunaan pengasapan untuk memacu germinasi kacang kedelai, yang diharapkan dapat mempercepat masa panen, sehingga dampak dari cekaman perubahan musim dapat dihindari.

Di NTT, sumber energi biomassa konvensional menggunakan pembakaran kayu dari tumbuhan-tumbuhan lokal. Asap hasil pembakarannya pun kadang-kadang

didedahkan ke benih biji-bijian untuk memperpanjang masa simpannya namun belum secara langsung dimanfaatkan dalam memacu perkecambahan dan pertumbuhan benih stadium lanjut. Tumbuhan yang sering dimanfaatkan sebagai kayu bakar di NTT misalnya kayu kesambi (*Schleichera oleosa*), kayu kasuari (*Casuarina junghuhniana*), kayu merah (*Pterocarpus indicus*). Sekam padi (*Oryza sativa*) dan tempurung kelapa (*Cocos nucifera*) juga termasuk sumber energi biomassa yang sering digunakan oleh masyarakat lokal (Koelulut, 2016).

Dalam penelitian ini, asap cair yang berasal dari pembakaran kayu Kesambi (*S. oleosa*), tempurung kelapa (*C. nucifera*) dan sekam padi (*O. sativa*) digunakan untuk menginduksi perkecambahan biji kedelai (*G. max*) dengan parameter-parameter yang diukur berupa: Presentase Germinasi Akhir (PGA), Rerata Waktu Berkecambah (RWB) dan Rerata Laju Germinasi (RLG) (Al-Ansari & Ksiksi, 2016; Al-Mudaris, 1998).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Politani Kupang selama 3 Bulan yaitu bulan juli sampai dengan oktober tahun 2020. Model penelitian menggunakan Rancangan Acak Berkelompok yang dibedakan berdasarkan kelompok sumber pengasapan: Kelompok I (kayu kesambi), kelompok II (tempurung

kelapa) dan kelompok III (sekam padi). Masing-masing kelompok ini kemudian diberi perlakuan berupa perendaman dengan presentase asap cair yang berbeda yakni: 10%, 20%, 30%, 40% dan 100%. Tahapan penelitian ini dimulai dari seleksi benih kedelai varietas grobogan sebanyak 160 biji. Selanjutnya benih ini diberikan perlakuan berupa imbibisi dan sterilisasi. Untuk perlakuan imbibisi terlebih dahulu biji kedelai direndam dengan air destilasi selama 24 jam kemudian ditiriskan selama 30 menit. Sedangkan untuk proses sterilisasi biji kedelai direndam dalam larutan sodium hipoklorit 10% selama 1 menit yang kemudian dibilas dengan air destilasi steril dan dikeringkan dengan kertas saring.

Masing-masing biji kedelai ini kemudian diberi perlakuan pembenihan berupa perendaman dengan presentase asap cair kayu kesambi, kayu kasuari dan sekam padi yang berbeda yakni: 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 100% dengan volume yang sama (20 ml) dan direndam selama 1 jam. Selanjutnya biji kedelai ditempatkan didalam petridish yang telah diberi kapas dan dimasukkan kedalam incubator pada suhu 30°C. benih dikecambahkan selama 7 hari dengan melakukan penyiraman dan diamati parameter-parameter yang diukur setiap harinya. Selama pengamatan akan digunakan kontrol yang terdiri dari kelompok biji yang dikecambahkan dengan perlakuan perendaman dengan air distilasi (kontrol I)

dan kelompok biji yang dikecambahkan dengan perlakuan perendaman dengan asap cair murni 100% (kontrol II).

Terdapat 4 parameter yang akan dianalisis pada penelitian ini yaitu (Al-Ansari dan Ksi Ksi, 2016., Al-Mudareis, 1998): Presentasi germinasi akhir (PGA) dapat dihitung menggunakan persamaan $PGA = (\text{Total biji yang berkecambah pada akhir pengamatan}) / (\text{Total Biji mula-mula}) \times 100\%$, Rerata waktu berkecambah (RWB) dengan menggunakan persamaan $RWB = (\sum fx) / (\sum f)$ dimana f_x merupakan jumlah biji berkecambah pada hari ke-x, Koefisien laju germinasi (KLG) dengan persamaan:

$$KLG = \frac{(N_1 + N_2 + \dots + N_i)}{100} \times (N_1 T_1 + N_2 T_2 + \dots + N_i T_i)$$

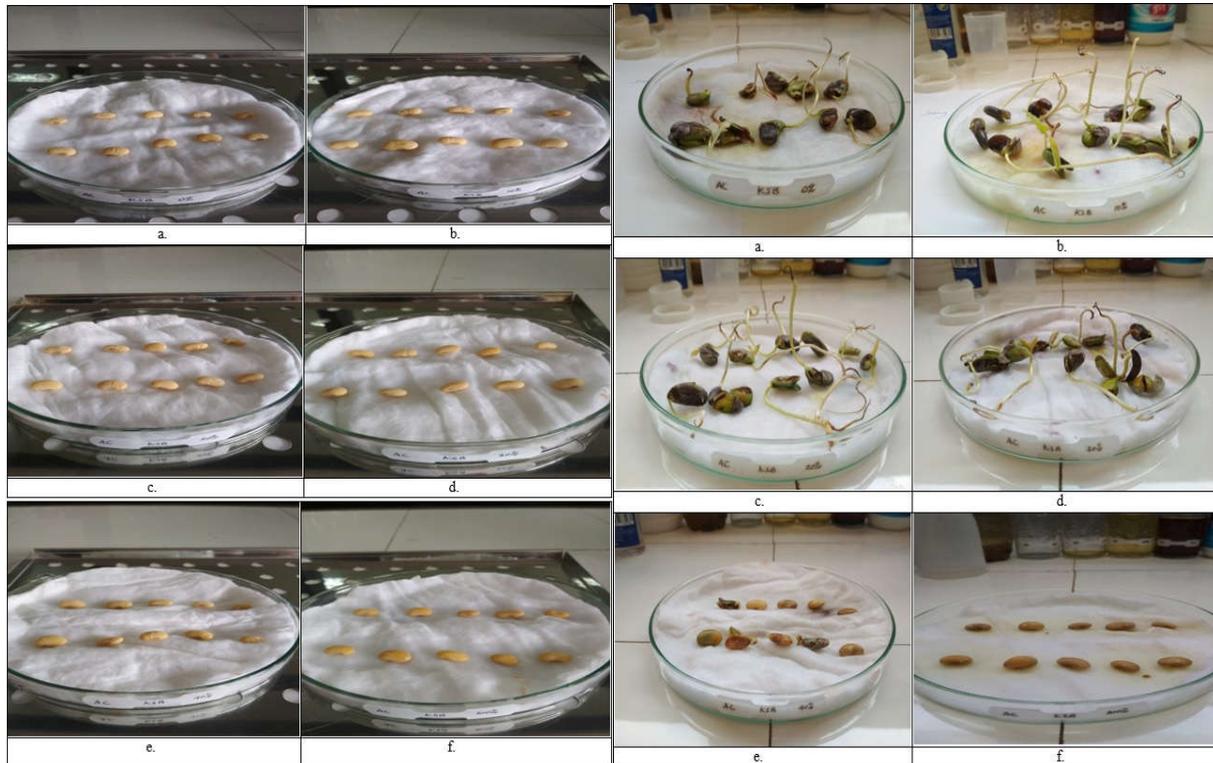
dimana N adalah jumlah biji berkecambah perhari sedangkan T adalah jumlah hari pengamatan, serta Indeks laju germinasi (ILG) yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

$$ILG = \frac{G_1}{1} + \frac{G_2}{2} + \dots + \frac{G_i}{i}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 1 berikut, sebanyak 10 biji dikecambahkan dengan pemberian perlakuan berupa perendaman dalam asap cair hasil pirolisis kayu Kesambi (*S. oleosa*) masing-masing dengan variasi konsentrasi: 0% (kontrol), 10%, 20%, 30%, 40% dan 100%. Berdasarkan pengamatan selama 7 hari, terlihat bahwa perendaman dengan asap cair

10%, 20% dan 30% sebelum dikecambahkan cairan di atas 40% cenderung menghambat memberikan hasil presentase perkecambahan perkecambahannya tersebut. sebanyak 100%, sedangkan perendaman asap



Gambar 1. Perendaman biji kedelai dengan asap cair kayu kesambi konsentrasi 0% (a), konsentrasi 10% (b), konsentrasi 20% (c), konsentrasi 30% (d), konsentrasi 40% (e) dan konsentrasi 100% (f) dari hari pertama dan hari terakhir pengamatan.

Tabel 1. Hasil perhitungan parameter germinasi yang diberikan perlakuan perendaman dengan asap cair kayu kesambi (*Schleichera oleosa*)

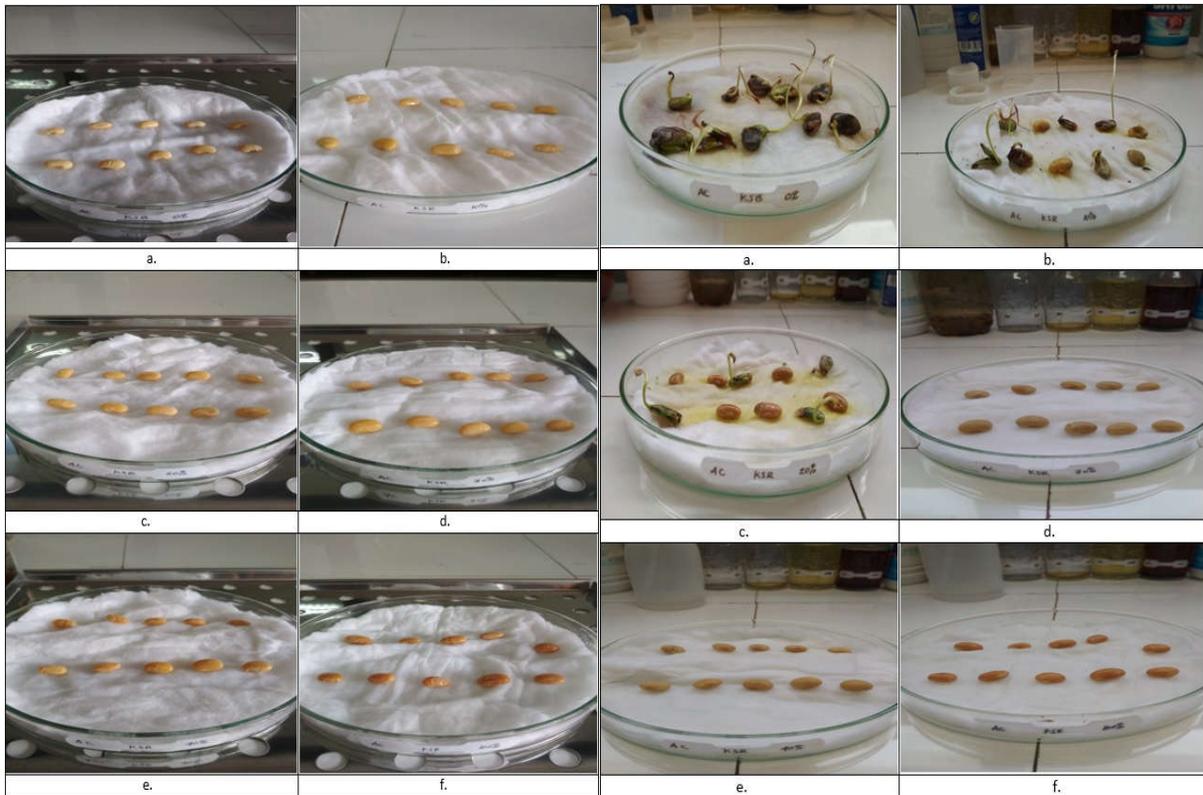
No	Parameter	0%	10%	20%	30%	40%	100%
1	Presentase Germinasi Akhir (PGA)	100%	100%	100%	100%	30%	0%
2	Rerata Waktu Berkecambah (RWB)	3.10	2,00	2,10	3,50	2,67	0
3	Koefisien Laju Germinasi (KLG)	3.10	2,00	2,10	3,50	0,24	0
4	Indeks Laju Germinasi (ILG)	37.83	50,00	48,33	35,00	11,67	0

Berdasarkan hasil perhitungan empat parameter germinasi selama 7 hari pengamatan (Tabel 1.), terlihat bahwa di antara ketiga variasi konsentrasi yang memberikan presentase perkecambahan tertinggi sebanyak 100% yaitu 10-30%, perlakuan dengan konsentrasi 10% memberikan hasil terbaik dengan nilai rerata waktu berkecambah (RWB) paling cepat yaitu sebanyak 2,0 yang berarti pada hari pengamatan ke-2, seluruh biji yang ditanam telah berkecambah. Nilai RWB ini akan berkontribusi terhadap parameter koefisien laju germinasi (KLG) yang juga memiliki nilai yang sama yaitu 2,0. Meskipun presentase perkecambahan tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan dengan variasi konsentrasi 10-30%, namun karena biji dapat saja berkecambah secara tidak serempak maka dihitunglah parameter lainnya berupa indeks laju germinasi (ILG). Pada Tabel 1. di atas, terlihat bahwa berdasarkan parameter germinasi tersebut, pemberian perlakuan perendaman dengan konsentrasi 10% juga memberikan hasil terbaik dengan nilai ILG yaitu 50,00. Asap cair kayu Kesambi diketahui mengandung beragam senyawa kimia di antaranya: asam asetat, fenol, keton, benzena, dan amina (Hadi et al., 2020). Analisis lanjutan dapat dilakukan untuk menemukan di antara senyawa-senyawa tersebut, mana yang dapat bertindak sebagai faktor tumbuh eksternal, khususnya terhadap senyawa ketone yang merupakan salah satu

gugus yang terkandung dalam berbagai senyawa butenolid yang dapat menginduksi perkecambahan tumbuhan (Flematti et al., 2015). (Elsadek & Yousef (2019) menunjukkan bahwa asap cair yang dihasilkan oleh material tumbuhan Pohon Dedalu Putih (*Salix alba*) dan Pohon Lemon Eucalyptus (*Corymbia citriodora*) memberikan efek positif bila dibandingkan dengan asap cair dari sekam padi, Rosemari, dan Sage. Hal ini dapat menunjukkan bahwa asap cair yang dihasilkan oleh material tumbuhan dari golongan Pohon tampak memberikan hasil yang lebih baik dalam mendorong perkecambahan bila dibandingkan dengan material tumbuhan dari golongan lainnya seperti perdu dan rumput-rumputan.

Hasil yang berbeda diamati pada perlakuan dengan perendaman asap cair yang berasal dari hasil pirolisis tempurung kelapa (*Cocos nucifera*). Konsentrasi asap cair tempurung kelapa 10% dan 20% memberikan presentase perkecambahan 60% yang masih lebih rendah bila dibandingkan dengan kontrol tanpa pemberian asap cair (0%) yakni sebesar 100%. Konsentrasi asap cair di atas 30% cenderung menghambat perkecambahan biji Kacang kedelai seperti yang terlihat pada Gambar 2 (Nugroho & Aisyah (2013) menggunakan asap cair dari limbah tempurung kelapa untuk mengamati daya kecambah jagung dan kedelai dan menemukan bahwa pada pemberian

konsentrasi asap cair 0,5% dapat konsentrasinya memperlihatkan penurunan meningkatkan daya kecambah dari kedua terhadap parameter perkecambahannya jenis biji tersebut, sedangkan peningkatan tersebut.



Gambar 2. Perendaman biji kedelai dengan asap cair tempurung kelapa konsentrasi 0% (a), konsentrasi 10% (b), konsentrasi 20% (c), konsentrasi 30% (d), konsentrasi 40% (e) dan konsentrasi 100% (f) dari hari pertama dan hari terakhir pengamatan

Asap cair dari tempurung kelapa telah diketahui mengandung setidaknya 19 senyawa, dengan derivat fenolik sebagai senyawa yang paling banyak mengkomposisi asap cair tersebut sebesar lebih dari 90% (Hadanu & Apituley, 2016). Pada tanaman Kapas (*Gossypium hirsutum*) 3 senyawa fenolik (*p-hydroxybenzoic acid* (PHBA), *phloroglucinol*, and *ferulic acid*) ditemukan menekan pertumbuhan akar, menurunkan aktivitas enzim-enzim antioksidan

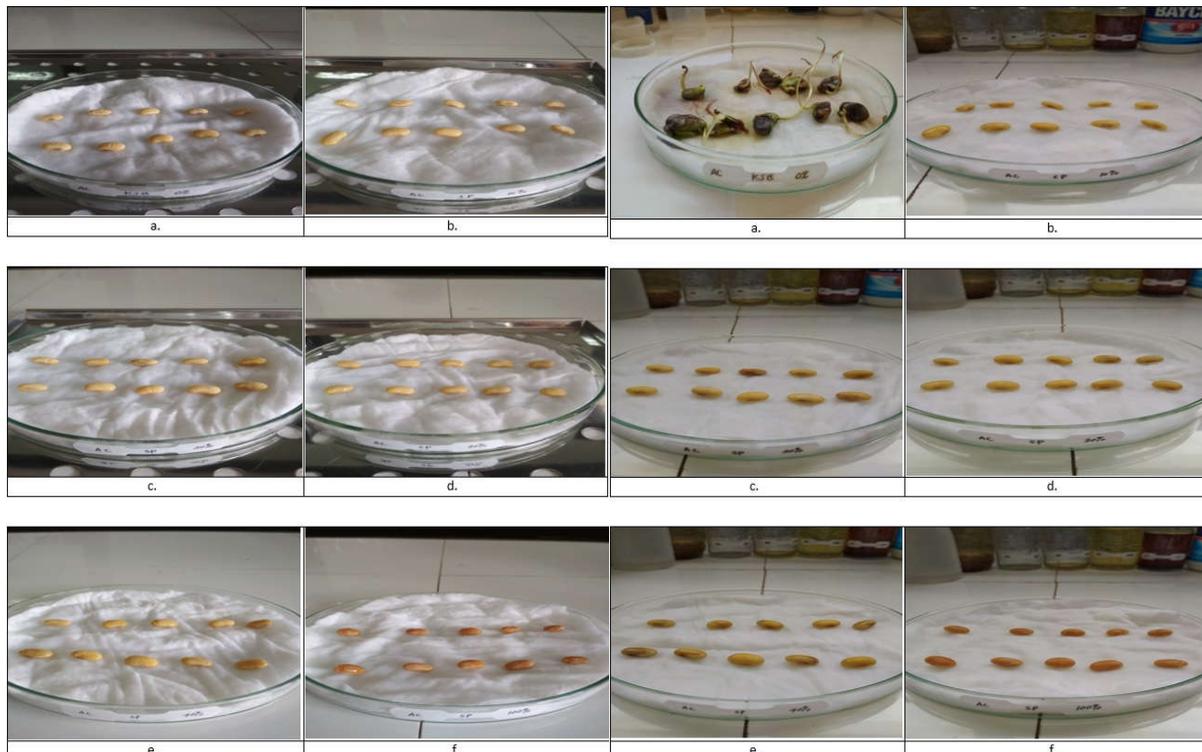
(superoksida dismutase, katalase dan peroksidase) dan meningkatkan pembentukan senyawa radikal O_2^- dan H_2O_2 . Tingkat pembukaan pori permeabilitas transisi mitokondria juga semakin ditingkatkan yang menurunkan fluiditas membran mitokondria dan rasio sitokrom c/a-nya. Semua efek ini pada akhirnya berdampak pada kerusakan mitokondria dan pertumbuhan akarnya (Zhang et al., 2019).

Tabel 2. Hasil perhitungan parameter germinasi yang diberikan perlakuan perendaman dengan asap cair tempurung kelapa (*Cocos nucifera*)

No	Parameter	0%	10%	20%	30%	40%	100%
1	Presentase Germinasi Akhir (PGA)	100%	60%	60%	0%	0%	0%
2	Rerata Waktu Berkecambah (RWB)	3,10	2,00	2,50	0	0	0
3	Koefisien Laju Germinasi (KLG)	3,10	0,72	0,36	0	0	0
4	Indeks Laju Germinasi (ILG)	37,83	30,00	18,33	0	0	0

Hasil perhitungan parameter germinasi pada Tabel 2. di atas memperlihatkan bahwa nilai rerata waktu berkecambah (RWB) tertinggi berasal dari perlakuan kontrol 0% yaitu 3,10 diikuti oleh konsentrasi 20% yaitu 2,50 dan konsentrasi 10% 2,00. Untuk konsentrasi asap cair di atas 30%, nilai KLG

adalah 0 karena tidak ada biji yang berkecambah. Untuk parameter indeks laju germinasi (ILG), nilai tertinggi juga terdapat pada perlakuan kontrol yakni senilai 37,83, diikuti oleh perlakuan konsentrasi 10% dan 20% masing-masing sebesar 30,00 dan 18,33.



Gambar 3. Perendaman biji kedelai dengan asap cair sekam padi konsentrasi 0% (a), konsentrasi 10% (b), konsentrasi 20% (c), konsentrasi 30% (d), konsentrasi 40% (e) dan konsentrasi 100% (f) dari hari pertama dan hari terakhir pengamatan

Pada Gambar 3, hasil yang cukup signifikan terlihat pada pemberian asap cair yang berasal dari sekam padi. Pada konsentrasi terendah sekalipun (konsentrasi 10%), perlakuan perendaman diamati menghambat germinasi kacang kedelai hingga 0% yang nilainya jauh di bawah hasil yang ditunjukkan oleh kontrol (0%) dengan presentase perkecambahan 100%.

Tabel 3. Hasil perhitungan parameter germinasi yang diberikan perlakuan perendaman dengan asap cair sekam padi (*Oryza sativa*)

No	Parameter	0%	10%	20%	30%	40%	100%
1	Presentase Germinasi Akhir (PGA)	100%	0%	0%	0%	0%	0%
2	Rerata Waktu Berkecambah (RWB)	3.10	0	0	0	0	0
3	Koefisien Laju Germinasi (KLG)	3.10	0	0	0	0	0
4	Indeks Laju Germinasi (ILG)	37.83	0	0	0	0	0

Sejalan dengan pengamatan yang terlihat pada Gambar 3, pengukuran parameter germinasi kacang kedelai dengan perendaman asap cair sekam padi menunjukkan nilai tertinggi untuk parameter KLG dan ILG berasal dari perlakuan kontrol 0% yaitu masing-masing sebesar 3,10 dan 37,83. Untuk perlakuan 10%, 20%, 30%, 40% dan 100% memberikan hasil nilai 0,00 karena tidak ada satu pun biji yang bergerminasi selama 7 hari pengamatan. Asap cair sekam padi tampak memberikan pengaruh yang positif terhadap parameter germinasi tanaman padi (*O. sativa*) hanya pada konsentrasi yang sangat rendah yaitu maksimal 2% (Istiqomah & Kusumawati, 2019). Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh Ndruru et al. (2018) pada tanaman padi Gogo dengan pemberian asap cair yang

berasal dari hasil pirolisis campuran sekam padi dan tempurung kelapa sebesar 0,5% yang memberikan hasil terbaik dalam peningkatan pertumbuhannya. Hasil analisis spektrofotometer GC-MS menunjukkan bahwa asap cair dari sekam padi juga mengandung berbagai senyawa fenolik di antaranya: (4-methoxyphenol, 2-ethylphenol, 2-methoxy-4-methylphenol (4-methylguaiacol), 4-ethyl-2-methoxyphenol (4-ethylguaiacol), 2-methoxy-4-vinylphenol, and 2-methoxy-4-(1-propenyl)phenol) (trans-isoeugenol) (Sung et al., 2007).

Hasil yang cukup menarik ditunjukkan oleh Meng et al. (2016) yang menggunakan Karrikin (senyawa yang terkandung dalam asap pembakaran material tumbuhan) untuk menginisiasi perkecambahan kacang kedelai

yang berada di bawah naungan. Hasil mereka menunjukkan bahwa senyawa ini justru menghambat perkecambahan dengan cara menginduksi biogenesis hormon Asam Absisat (ABA) dan menghambat biogenesis hormon Gibberellin (GA). Dengan mengkaji perkecambahan pada tanaman Legume (menggunakan *Lotus japonicus* sebagai model), Carbonnel et al. (2020) menemukan bahwa reseptor-ligan KAI2 yang berperan dalam respon seluler terhadap senyawa Karrikin telah mengalami diversifikasi genetik secara evolutif. Hal ini menyebabkan adanya variasi respon tumbuhan terhadap jenis senyawa Karrikin yang berbeda-beda. Dengan demikian, analisis lanjutan terhadap asap cair hasil pembakaran Kesambi dapat dilakukan untuk mengidentifikasi jenis-jenis senyawa Karrikin maupun faktor tumbuh lain yang terkandung di dalamnya.

KESIMPULAN

Pemberian asap cair yang berasal dari material tumbuhan kayu kesambi memberikan nilai koefisien (KLG) dan indeks laju germinasi (ILG) tertinggi dalam mendorong perkecambahan bila dibandingkan dengan material tumbuhan lainnya yaitu sekam padi dan tempurung kelapa. Dari variasi perlakuan yang digunakan, presentase asap cair kayu kesambi 10% memberikan hasil parameter terbaik bila dibandingkan dengan variasi

perlakuan lainnya (0%, 20%, 30%, 40% dan 100%).

Rerata waktu berkecambah (RWB) dan Koefisien Laju Germinasi (KLG) akan memberikan nilai yang sama apabila seluruh biji kedelai yang dikecambahkan dengan perlakuan perendaman berbagai asap cair untuk berbagai variasi konsentrasi berkecambah seluruhnya pada akhir pengamatan.

Presentase germinasi akhir (PGA) dan Indeks laju germinasi (ILG) berbanding lurus yakni apabila semakin banyak biji kedelai yang berkecambah di hari awal pengamatan maka nilai indeks laju germinasinya juga akan semakin besar dan sebaliknya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Para penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Kemendikbud dan LLDIKTI wilayah VIII serta pimpinan LP3M Universitas Muhammadiyah Kupang yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini melalui pembiayaan dana DIPA DRPM Penelitian Dosen Pemula (PDP) dengan nomor kontrak 084/SP2H/LT/DRPM/2020. Tak lupa pula penulis ucapkan terima kasih yang tulus kepada seluruh civitas akademika Universitas Muhammadiyah Kupang dan Politeknik Pertanian Negeri Kupang yang turut membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Ansari, F., & Ksiksi, T. (2016). A Quantitative Assessment of Germination Parameters: The Case of and. *The Open Ecology Journal*, 9, 13–21.
- 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), 147–154.
- BPS Provinsi NTT. (2018). <https://ntt.bps.go.id/dynamictable/2018/10/30/863/produksi-kedelai-ton-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-nusa-tenggara-timur-2017.html>
- Carbonnel, S., Torabi, S., Griesmann, M., Bleek, E., Tang, Y., Buchka, S., Basso, V., Shindo, M., Boyer, F.-D., Wang, T. L., Udvardi, M., Waters, M., & Gutjahr, C. (2020). Lotus japonicus karrikin receptors display divergent ligand-binding specificities and organ-dependent redundancy. *BioRxiv*, 754937.
- Elsadek, M. A., & Yousef, E. A. A. (2019). Smoke-Water Enhances Germination and Seedling Growth of Four Horticultural Crops. *Plants*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/plants8040104>
- Flematti, G. R., Dixon, K. W., & Smith, S. M. (2015). What are karrikins and how were they ‘discovered’ by plants? *BMC Biology*, 13(1), 108. <https://doi.org/10.1186/s12915-015-0219-0>
- Gagal Panen Kacang Kedelai Dua Hektar di Terang-Manggarai Barat! Ini Penyebabnya—Pos Kupang*. (n.d.). Retrieved December 4, 2020, from <https://kupang.tribunnews.com/2018/10/08/gagal-panen-kacang-kedelai-dua-hektar-di-terang-manggarai-barat-ini-penyebabnya>
- Govindaraj, M., Poomaruthai, M., Albert, A., & Bhaskaran, M. (2016). Plant derived smoke stimulation for seed germination and enhancement of crop growth: A review. *Agricultural Reviews*, 37. <https://doi.org/10.18805/ar.v37i2.10735>
- Hadanu, R., & Apituley, D. A. N. (2016). Volatile Compounds Detected in Coconut Shell Liquid Smoke through Pyrolysis at a Fractioning Temperature of 350-420 °C. *Makara Journal of Science*, 95-100–100. <https://doi.org/10.7454/mss.v20i3.6239>
- Hadi, Y. S., Massijaya, M. Y., Nandika, D., Arsyad, W. O. M., Abdillah, I. B., Setiono, L., & Amin, Y. (2020). Color change and termite resistance of fast-growing tropical woods treated with kesambi (*Schleichera oleosa*) smoke. *Journal of Wood Science*, 66(1), 61.

- Irwan, A. (2006). *BUDIDAYA TANAMAN KEDELAI (Glycine max (L.) Merrill)*. http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:NHdswHTuQkYJ:pustaka.unpad.ac.id/wpcontent/uploads/2009/03/budidaya_tanaman_kedelai.pdf+&cd=1&hl=en&ct=clnk&gl=id&client=firefox-b-d
- Istiqomah, I., & Kusumawati, D. E. (2019). Potensi Asap Cair dari Sekam untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Padi (*Oryza sativa L.*). *BUANA SAINS*, 19(2), 23–30. <https://doi.org/10.33366/bs.v19i2.1745>
- Koeslulat, E. E. (2016). *KARAKTERISTIK ENERGI DELAPAN JENIS POHON DARI KABUPATEN KUPANG SEBAGAI DASAR PERENCANAAN PENGELOLAAN ENERGI BIOMASA* [Universitas Gadjah Mada]. <http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/104780>
- Krisdiana, R. (2017). Potensi Pengembangan Produk Olahan Kedelai untuk Pemenuhan Kebutuhan Gizi Masyarakat. *Inovasi Teknologi Akabi Siap Mendukung Tercapainya Swasembada dan Kedaulatan Pangan*, 10.
- Ndruru, J. I., Nelvia, N., & Adiwirman, A. (2018). PERTUMBUHAN PADI GOGO PADA MEDIUM ULTISOL DENGAN APLIKASI BIOCHAR DAN ASAP CAIR. *Jurnal Agroteknologi*, 9(1), 9–16. <https://doi.org/10.24014/ja.v9i1.3736>
- Nugroho, A., & Aisyah, I. (2013). EFEKTIVITAS ASAP CAIR DARI LIMBAH TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI BIOPESTISIDA BENIH DI GUDANG PENYIMPANAN. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 31(1), 1–8.
- Priyanto, D., & Diwyanto, K. (2015). PENGEMBANGAN PERTANIAN WILAYAH PERBATASAN NUSA TENGGARA TIMUR DAN REPUBLIK DEMOKRASI TIMOR LESTE. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 7(4), 207–220. <https://doi.org/10.21082/pip.v7n4.2014.207-220>
- Soybean | Description, Products, & Facts | Britannica*. (n.d.). Retrieved December 4, 2020, from <https://www.britannica.com/plant/soybean>
- Sudaryanto, T., & Swastika, D. K. S. (2013). Ekonomi Kedelai di Indonesia. In *Kedelai: Teknik Produksi dan Pengembangan* (p. 27). Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:j6vhG7eRtGsJ:balitkabi.litbang.pertanian.go.id/wp-content/uploads/2016/03/dele_1.tahlim

1.pdf+&cd=2&hl=en&ct=clnk&gl=id

&client=firefox-b-d

- Sung, W.-C., Huang, C.-H., & Sun, F.-M. (2007). Volatile Components Detected in Liquid Smoke Flavoring Preparations from Two Types of Rice Hull. *Chai-Nan Annual Bulletin*, 33.
- Syarat pertumbuhan kedelai*. (n.d.). Cyber Extension. Retrieved December 5, 2020, from <http://cybex.pertanian.go.id/artikel/75520/syarat-pertumbuhan-kedelai/>
- T., D. R. (2016). *Outlook Komoditas Pertanian Tanaman Pangan Kedelai*. Pusat Data dan Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Wonkay, R., & Taolin, R. (2016). Pengaruh Model Penyimpanan Benih dan Jenis Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung (*Zea mays* L.). *Savana Cendana*, 1, 128–132. <https://doi.org/10.32938/sc.v1i04.75>
- Zhang, G., Yang, C., Liu, R., & Ni, W. (2019). Effects of three phenolic compounds on mitochondrial function and root vigor of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seedling roots. *Acta Physiologiae Plantarum*, 41. <https://doi.org/10.1007/s11738-019-2851-8>

