

Multiplication Of Purple Sweet Potato Shoots From Katulampa Accession In Vitro Using BAP (Benzyl Amino Purine)

Multiplikasi Tunas Ubi Jalar Ungu Aksesi Katulampa Secara *In Vitro* Menggunakan BAP (*Benzil Amino Purin*)

Bagas Elang Samudra¹, Fitri Yulianti², Kiki Kawakibi Azmi³

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma, Indonesia

*Corresponding author:

bagas.elang46@gmail.com

Manuscript received: 23 Sept. 2024.

Revision accepted: 14 Oct. 2024.

Abstract

Sweet potato germplasm is highly diverse, but maintaining it in the field requires considerable energy and funds. In addition, there are biotic and abiotic stresses. In vitro culture is an alternative that can be used to reduce the risk of losing sweet potato germplasm. Efforts to store the germplasm of purple sweet potato from Katulampa accession in vitro culture can be made by multiplication of shoots with the addition of BAP (Benzyl Amino Purine). This study aimed to determine the effect of adding cytokinin growth regulators, namely BAP, on the multiplication of sweet potato shoots. This research was conducted at the Advanced Laboratory of Agrotechnology, Gunadarma University Campus F7, Ciracas, from March to July 2021. This research method uses a completely randomized design with one factor, the concentration of BAP (0 ppm, 0.5 ppm, 1 ppm, 1.5 ppm, and 2 ppm). Each treatment was repeated 15 times, and 1 repetition consisted of 1 bottle containing 1 sweet potato plant explant. The parameters to be observed in this study were the time of appearance of shoots, shoot height, and the number of leaves. The results showed that adding BAP to the shoot multiplication of purple sweet potato from Katulampa accession in vitro did not significantly affect the time the shoots appeared, shoot height, and the number of leaves.

Keywords: growth regulator, cytokinin, plant tissue culture

Abstrak

Plasma nutfah ubi jalar memiliki keragaman tinggi, akan tetapi dalam mempertahankan plasma nutfah di lapang perlu tenaga dan dana yang cukup besar. Selain itu terdapat cekaman biotik dan abiotik. Kultur *in vitro* menjadi alternatif yang bisa dilakukan untuk mengurangi risiko kehilangan plasma nutfah ubi jalar. Upaya penyimpanan plasma nutfah ubi jalar ungu aksesi Katulampa pada kultur *in vitro* dapat dilakukan dengan multiplikasi tunas dengan penambahan BAP (*Benzil Amino Purin*). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan zat pengatur tumbuh sitokin yaitu BAP terhadap multiplikasi tunas ubi jalar ungu aksesi Katulampa. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Lanjut Agroteknologi, Kampus F7 Universitas Gunadarma, Ciracas pada bulan Maret sampai Juli. Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor yaitu konsentrasi BAP yaitu 0 ppm, 0.5 ppm, 1 ppm, 1.5 ppm, dan 2 ppm. Setiap perlakuan dilakukan sebanyak 15 kali dan 1 ulangan terdiri atas 1 botol yang berisi 1 eksplan. Parameter yang diamati pada penelitian ini yaitu waktu muncul tunas, tinggi tunas, dan jumlah daun. Hasil penelitian menunjukkan pemberian BAP pada multiplikasi tunas ubi jalar ungu aksesi Katulampa secara *in vitro* tidak berpengaruh nyata terhadap waktu muncul tunas, tinggi tunas dan jumlah daun.

Kata kunci : zat pengatur tumbuh, sitokin, kultur jaringan

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki berbagai macam tanaman yang menjadi sumber karbohidrat, di antaranya adalah tanaman ubi-ubian (FAO, 1995). Ubi jalar yang termasuk dalam tanaman ubi-ubian dapat dijadikan sebagai sumber energi. Ubi ubi jalar

memiliki mengandung vitamin dan mineral yang bermanfaat untuk oleh tubuh, seperti, vitamin A, vitamin C, kalsium dan zat besi (Rozi, 2007). Ubi jalar sebagai salah satu komoditas ubi-ubian yang memiliki prospek dan peluang yang sangat besar untuk dikembangkan khususnya di Indonesia karena dapat dijadikan sebagai

sumber bahan pangan, pakan dan bahan baku industri serta berperan sebagai cadangan pangan alternatif.

Menurut Hanarida *et al* (2001) ubi jalar merupakan plasma nutfah yang memiliki keragaman tinggi, dimana Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian (BB Biogen) telah melakukan karakterisasi sebanyak 809 aksesi ubi jalar. Untuk mempertahankan plasma nutfah sepanjang tahun di lapang membutuhkan tenaga dan dana yang cukup besar serta lahan yang semakin luas jika koleksi terus bertambah. Selain itu, cara tersebut juga memiliki risiko kehilangan koleksi yang cukup tinggi karena adanya cekaman lingkungan (biotik dan abiotik). Alternatif yang bisa dilakukan untuk mengurangi risiko tersebut adalah dengan cara menyimpan plasma nutfah ubi jalar pada kultur *in vitro*.

Kultur *in vitro* adalah metode mengisolasi tanaman pada media aseptik untuk kemudian ditumbuhkan menjadi tanaman lengkap yang sama dengan induknya dan selanjutnya dapat ditanam di lingkungan yang autotrof. Hampir semua tanaman dapat diperbanyak dengan kultur *in vitro* dan dapat menghasilkan tanaman dalam jumlah banyak dalam waktu singkat. Bahan tanaman yang digunakan untuk kultur jaringan berukuran lebih kecil dan tidak banyak bila dibandingkan dengan perbanyak secara konvensional (Gunawan, 1992).

Penggunaan media dasar dan zat pengatur tumbuh dalam kultur *in vitro* sangatlah penting. Media dasar sebagai tempat tumbuhnya tanaman, harus sesuai dengan karakteristik eksplan yang akan ditanam. Terdapat beberapa macam jenis media dasar yang digunakan dalam kultur *in vitro*, salah satunya adalah media dasar Murashige dan Skoog (1962). Menurut Gamborg dan Phillips (1995) media Murashige dan Skoog (MS) merupakan media yang biasa digunakan dalam kultur *in*

vitro dan untuk regenerasi hampir seluruh jenis tanaman.

Keberhasilan perbanyak melalui kultur *in vitro* ditentukan oleh banyak faktor, di antaranya zat pengatur tumbuh (ZPT) yang digunakan (Mantell *et al.*, 1985). ZPT adalah senyawa organik yang dalam konsentrasi rendah akan memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. *Benzil amino purin* (BAP) merupakan salah satu ZPT dari golongan sitokin yang sering digunakan dalam perbanyak *in vitro*. BAP paling banyak digunakan karena relatif lebih stabil, tidak mahal, dan paling efektif dibanding dengan sitokin lainnya (Srivastava, 2002).

Upaya penyimpanan plasma nutfah ubi jalar ungu aksesi Katulampa pada kultur *in vitro* dapat dilakukan dengan multiplikasi tunas dengan penambahan zat pengatur tumbuh BAP (*Benzil Amino Purin*). Berdasarkan penelitian Arif *et al.* (2017), multiplikasi tunas ubi jalar terbaik menggunakan konsentrasi BAP sebesar 2 ppm dalam media MS berpengaruh nyata terhadap persentase muncul tunas, jumlah tunas dan buku, namun tidak berpengaruh terhadap waktu kemunculan tunas.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh penambahan BAP terhadap multiplikasi tunas ubi jalar ungu aksesi Katulampa secara *in vitro* dan mempelajari konsentrasi BAP terbaik untuk multiplikasi tunas ubi jalar ungu aksesi Katulampa secara *in vitro*.

METODOLOGI PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol kultur, beaker glass, lampu spiritus, alat tanam (pisau scalpel, dan pinset), gunting, cawan petri, *autoklaf*, timbangan analitik, pipet, bulb, spatula, tisu, gelas ukur, pH meter dan *laminar air flow*. Bahan tanam yang digunakan adalah eksplan ubi jalar aksesi Katulampa yang berasal dari Kebun Percobaan Citayam BB

Biogen. Bahan lain yang digunakan adalah media MS dengan merk PhytoTech Labs, aquades, alkohol 96%, alkohol 70%, zat pengatur tumbuh BAP, agar, gula, detergen, clorox, fungisida, dan spiritus.

B. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Lanjut Agroteknologi Kampus F7 Universitas Gunadarma, Ciracas pada bulan Maret sampai Juli. Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor yaitu konsentrasi BAP (benzil amino purin) yaitu 0 ppm (P0), 0.5 ppm (P1), 1 ppm (P2), 1.5 ppm (P3) dan 2 ppm (P4). Setiap perlakuan akan diulang sebanyak 15 kali dan 1 ulangan terdiri atas 1 botol yang berisi 1 eksplan ubi jalar.

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan Analisis of Varians (ANOVA) pada taraf 5% untuk mengetahui pengaruh konsentrasi BAP terhadap pertumbuhan tunas ubi jalar. Jika hasil analisis menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan maka akan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

C. Prosedur Penelitian

1. Sterilisasi alat

Sterilisasi alat dilakukan dengan menggunakan autoklaf dan oven. Sterilisasi alat seperti tutup botol kultur menggunakan autoklaf dilakukan selama 20 menit pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm. Sedangkan sterilisasi alat seperti alat tanam, botol kultur, dan cawan petri menggunakan oven selama 3 jam dengan suhu 80°C.

2. Pembuatan larutan stok BAP

Larutan BAP 100 ppm dibuat dengan melarutkan 10 mg BAP yang dicampur HCl 0,5 N beberapa tetes untuk melarutkan serbuk BAP. Setelah BAP larut tambahkan aquades sampai 100 ml. Selanjutnya diaduk hingga homogen

3. Pembuatan media kultur

Media dasar perlakuan untuk penelitian ini menggunakan media dasar MS0 4,43 gram per liter lalu ditambahkan BAP sesuai konsentrasi perlakuan (penambahan larutan BAP tertera pada Lampiran 3) dan ditambahkan gula 30 gram per liter. Kemudian masukan ke dalam beaker glass yang telah berisi aquades dan tera hingga 1 liter. pH media diukur dengan pH meter hingga 5.6 - 5.8 dengan menambahkan HCl jika pH lebih dari 5.8 atau KOH jika pH kurang dari 5.6. Selanjutnya media ditambahkan agar-agar 7 gram per liter, dan media dimasukan ke dalam panci untuk dimasak dan diaduk hingga mendidih, kemudian dituangkan ke dalam botol kultur steril sebanyak 25 ml setiap botol. Selanjutnya media disterilisasi dengan autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 15 menit.

4. Sterilisasi Laminar Air Flow (LAF)

Laminar air flow disterilkan terlebih dahulu sebelum melakukan sterilisasi eksplan dan penanaman. Sterilisasi laminar air flow dilakukan dengan menyalaikan lampu ultraviolet (UV) selama 1 jam. Setelah itu menyemprotkan alkohol 70% dan dilap menggunakan tissue, kemudian menyalaikan blower dan lampu. Setelah laminar air flow disterilisasi masukan alat-alat yang digunakan untuk proses penanaman.

5. Sterilisasi eksplan

Sterilisasi eksplan dilakukan dengan membersihkan eksplan dengan air mengalir, selanjutnya direndam dengan detergen selama 5 menit setelah itu dibilas dengan air mengalir dan direndam dalam larutan fungisida 2 gram per 250 ml selama 30 menit sambil diaduk. Proses selanjutnya dilakukan di laminar air flow yaitu : 1) Eksplan direndam menggunakan alkohol 75% selama 5 menit. 2) Eksplan dibilas dengan aquades steril. 3) Eksplan direndam menggunakan klorox 30% selama 13 menit. 4) Eksplan dibilas dengan aquades steril. 5) Eksplan direndam menggunakan klorox

20% selama 17 menit. 6) Eksplan dibilas dengan aquades steril. 7) Eksplan direndam menggunakan aquades steril selama 10 menit.

6. Penanaman eksplan

Eksplan yang sudah disterilkan selanjutnya ditanam ke media perlakuan. Penanaman eksplan dilakukan di dalam Laminar Air Flow (LAF) yang telah disterilkan. Setiap botol media perlakuan berisi 1 eksplan berukuran 1-2 cm. Eksplan ditanam dalam media pada posisi vertikal dimana tunas bagian bawah ditusuk pada media. Kemudian botol ditutup rapat dan dilapisi dengan plastik wrap. Selanjutnya melakukan pelabelan dengan menuliskan tanggal penanaman, dan jenis perlakuan.

7. Penyimpanan

Eksplan yang telah ditanam, selanjutnya diinkubasikan di dalam ruang

kultur dengan suhu 25°C dan penyinaran cahaya lampu selama 24 jam selama 2 bulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Umum

Penelitian dilakukan di dalam laboratorium lanjut Kampus F7 Universitas Gunadarma. Eksplan disimpan di ruangan dengan suhu 24 – 26 °C dan pencahayaan 24 jam agar eksplan dapat tumbuh optimal selama masa inkubasi. Eksplan pada media yang diberikan perlakuan mengalami pertumbuhan dan perkembangan membentuk planlet lengkap yang memiliki tunas dan akar. Inisiasi tunas baru yang muncul dari eksplan ubi jalar terbentuk pada minggu pertama setelah penanaman. Tunas yang baru muncul pada eksplan ubi jalar adalah tunas lateral (Gambar 1).



Gambar 1. Eksplan yang telah bertunas

Kontaminasi terjadi pada beberapa eksplan mulai pada minggu pertama setelah penanaman. salah satu faktor penting yang menentukan keberhasilan dalam kultur *in vitro* adalah kondisi aseptik, baik eksplan dan lingkungan mikro dalam botol kultur. Tingkat kontaminasi teramat mulai dari 1 hingga 10 MST. Kontaminasi yang terjadi selama masa inkubasi disebabkan oleh cendawan dan bakteri (Gambar 3). Kontaminasi bisa terjadi karena kurang sterilnya proses penanaman dan juga bisa disebabkan oleh jenis bahan tanam, dimana eksplan yang digunakan memiliki bulu pada permukaan tanaman yang menyebabkan

bahan sterilan sulit mengenai permukaan eksplan. Menurut Smith (2013) setiap bahan tanam yang dipakai memiliki tingkat kontaminasi permukaan yang berbeda tergantung pada jenis tumbuhan, bagian tanaman yang digunakan, umur tumbuhan, lingkungan tumbuh bahan tanam (lapang atau greenhouse), musim waktu pengambilan (musim hujan atau kemarau), dan morfologi permukaan (berbulu atau tidak).

Persentase kontaminasi yang disebabkan oleh cendawan sebesar 42.70% dan oleh bakteri sebesar 25.95% (Tabel 1). Kontaminasi yang disebabkan oleh

cendawan dapat dilihat dengan adanya spora yang terbentuk di permukaan media, sedangkan kontaminasi yang disebabkan oleh bakteri berupa selaput bening yang menempel pada permukaan media dan kemudian menjadi selaput yang berwarna putih kekuningan (Laisina *et al.* 2009).

Selain itu, terdapat eksplan mati yang disebabkan oleh terjadinya browning. Browning ditandai dengan terjadinya perubahan warna kecoklatan pada eksplan dan warna media yang berubah menjadi kekuningan (Kusumaningsih, 2015). Menurut Corduk dan Aki (2011), komponen fenolik dilepaskan dari

permukaan eksplan yang dipotong atau bagian yang terluka, kemudian teroksidasi menjadi senyawa yang bersifat fitotoksik, akibatnya eksplan berubah warna menjadi kecokelatan, berhenti tumbuh, dan mati. Persentase browning sebesar 14.05 % (Tabel 1).

B. Waktu Muncul Tunas

Waktu muncul tunas eksplan ubi jalar aksesi Katulampa dengan penambahan BAP ditampilkan pada Tabel 2. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan pemberian BAP tidak berpengaruh nyata terhadap waktu muncul tunas. Rata-rata tunas muncul pada 1 minggu setelah tanam.

Tabel 1. Persentase eksplan terkontaminasi, browning dan steril

Variabel	Persentase (%)
Kontaminasi Bakteri	25.95
Kontaminasi Cendawan	42.70
<i>Browning</i>	14.05
Steril	17.30

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi BAP terhadap waktu muncul tunas ubi jalar aksesi Katulampa

Perlakuan	Waktu Muncul Tunas (hari)
0 ppm	7.20
0.5 ppm	8.14
1 ppm	6.67
1.5 ppm	5.50
2 ppm	8.63

Waktu muncul tunas merupakan waktu yang dibutuhkan untuk melihat respon tanaman untuk menghasilkan tunas baru (Arif *et al.*, 2017). Perkembangan kultur diawali dengan pertumbuhan mata tunas lateral pada buku eksplan yang kemudian memanjang dan membentuk daun (Gambar 2). Tunas pada eksplan ubi jalar aksesi Katulampa rata-rata muncul pada 1 minggu setelah tanam. Hasil sidik ragam menunjukkan pemberian BAP tidak berpengaruh nyata terhadap waktu munculnya tunas (Tabel 2). Hasil ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan Arif *et al.*, (2014) dimana pemberian BAP 2 ppm berpengaruh nyata dalam menginduksi

tunas gadung (*Dioscorea hispida*). Menurut Rahman *et al.* (2017) BAP yang termasuk dalam ZPT hormon sitokinin yang berperan dalam aktivasi pembelahan sel dapat memicu pembentukan cabang dan pertumbuhan tunas pada tanaman. Pemberian BAP tidak memberikan pengaruh nyata terhadap peubah waktu muncul tunas. Hal ini dapat disebabkan karena kemampuan genetik setiap tanaman berbeda-beda terhadap zat pengatur tumbuh yang diberikan. Menurut Sandra (2011) setiap tanaman memiliki metabolisme yang berbeda, kemampuan metabolisme tanaman sangat tergantung pada kemampuan genetik tanaman (faktor endogen).

C. Tinggi Tunas

Pengamatan tinggi tunas diamati mulai dari 2 MST. Tinggi tunas ubi jalar aksesi Katulampa dengan perlakuan konsentrasi BAP dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh konsentrasi BAP terhadap tinggi tunas ubi jalar aksesi Katulampa (cm)

Perlakuan	Umur Eksplan Minggu ke -									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0 ppm	0.40	1.10	2.22	2.90	3.38	4.32	5.00	6.14	7.94	
0.5 ppm	0.29	0.80	1.41	2.17	2.90	3.60	4.53	5.97	6.90	
1 ppm	0.70	1.40	2.37	3.43	4.60	7.77	9.37	11.60	14.00	
1.5 ppm	0.90	1.68	3.15	3.93	5.48	7.00	8.23	11.05	13.65	
2 ppm	0.41	1.01	1.73	2.44	3.10	4.49	5.60	6.96	8.03	

Pengamatan tinggi tunas dilakukan dengan cara mengukur planlet dari titik tumbuh tunas hingga ke bagian ujung pucuk planlet. Gambar 5 menunjukkan perbandingan pertumbuhan tunas ubi jalar setiap perlakuan pada umur 8 MST. Tunas ubi jalar mengalami peningkatan tinggi dari minggu ke 2 hingga minggu ke 10 (Tabel 3). Penambahan tinggi tersebut menandakan terus terjadi pembelahan dan pemanjangan sel pada tunas yang terbentuk. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam bahwa penambahan BAP tidak berpengaruh nyata terhadap peubah tinggi tunas. Hasil ini berbeda dengan penelitian Beyene *et al.* (2020) bahwa pemberian BAP dengan konsentrasi 1 ppm menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan konsentrasi 0 ppm terhadap tinggi tunas pada tanaman ubi jalar.

Menurut Yurizal *et al.* (2014) pemberian BAP tidak berperan untuk

Setelah dilakukan analisis sidik ragam menunjukkan pemberian BAP tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tunas eksplan 2 MST sampai 10 MST.

merangsang pertambahan panjang tunas akan tetapi lebih berperan dalam mengatur pembelahan sel dengan merangsang pertumbuhan tunas lateral sehingga akan menghambat terjadinya dormansi apikal dan pemanjangan sel dari tanaman sehingga tunas yang dihasilkan memiliki panjang yang hampir sama. Selain itu hasil ini dapat terjadi karena kandungan sitokinin endogen dalam eksplan sudah mencukupi untuk pertumbuhan tunas sehingga penambahan BAP tidak memberikan pengaruh terhadap peubah tinggi. Mulia *et al.* (2020) menyatakan bahwa pemanjangan tunas membutuhkan sitokinin eksogen dalam konsentrasi yang rendah karena kandungan sitokinin endogen yang sudah mencukupi, sehingga penambahan sitokinin eksogen tidak lagi berpengaruh bahkan dapat menghambat pertumbuhan.



Gambar 2. Planlet ubi jalar aksesi Katulampa 8 MST

D. Jumlah Daun

Jumlah daun pada eksplan ubi jalar mulai diamati pada minggu kedua. Pengamatan jumlah daun dilihat dari daun eksplan yang sudah mulai terbuka sempurna. Tabel 4 menunjukkan hasil analisis dimana tidak adanya pengaruh yang nyata penambahan BAP terhadap jumlah daun tunas 2 MST sampai 10 MST.

Jumlah daun tunas ubi jalar aksesi Katulampa dengan perlakuan konsentrasi BAP sejak kultur 2 MST hingga 10 MST mengalami penambahan dan penurunan. BAP yang berperan dalam proses pembelahan dapat memicu penambahan jumlah daun (Fauzi, 2010). Variabel jumlah

daun menunjukkan hasil tidak berpengaruh nyata antara perlakuan BAP dengan kontrol. Hasil yang sama juga didapatkan dari penelitian Fauzi (2010) bahwa penambahan BAP dengan konsentrasi 2 ppm pada tanaman ubi kayu tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun. Pengurangan jumlah daun terjadi pada 8 MST karena daun planlet menguning dan terdapat beberapa daun yang rontok pada beberapa perlakuan (Gambar 3). Kerontokan daun dapat terjadi akibat kekurangan nutrisi dan akumulasi racun pada kultur *in vitro* (Cachita dan Cracium, 1990).

Tabel 4. Pengaruh konsentrasi BAP terhadap jumlah daun ubi jalar aksesi Katulampa

Perlakuan	Umur Eksplan Minggu ke -									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0 ppm	0.40	1.20	2.60	4.20	5.80	7.60	8.60	10.00	11.00	
0.5 ppm	0.86	1.43	2.57	4.00	5.43	6.43	7.71	8.86	9.71	
1 ppm	1.00	2.33	3.33	6.67	9.67	11.67	12.33	15.33	16.67	
1.5 ppm	1.50	3.00	4.50	6.50	9.00	10.00	11.75	14.00	14.75	
2 ppm	1.00	1.63	3.13	4.63	6.75	8.63	9.75	11.50	12.13	



Gambar 1. Daun yang menguning dan rontok

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa konsentrasi BAP yang digunakan dalam penelitian tidak berpengaruh nyata terhadap multiplikasi tunas ubi jalar ungu aksesi Katulampa berdasarkan variable waktu muncul tunas, tinggi tunas, dan jumlah daun. Hasil penelitian mengarahkan pada kemampuan regenerasi eksplan ubi jalar

yang sama pada setiap perlakuan. Regenerasi planlet ubi jalar secara *in vitro* dari eksplan tunas berbukti secara praktis dapat dilakukan tanpa perlu penambahan BAP eksogen, sehingga lebih efisien dari aspek biaya.

DAFTAR PUSTAKA

Anindya, D. A. E., Putri, D. N., & Priambodo, N. D. (2021). Efektivitas

- Program Kawasan Rumah Pangan Lestari (Krpl) Dalam Mendukung Ketahanan Pangan Rumah Tangga Selama Pandemi Di Kota Kediri. *AGRISAINIFIKA: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 5(1), 8. <https://doi.org/10.32585/ags.v5i1.1278>
- Annisa, C. I., & Santoso, E. B. (2020). Arahan Pengembangan Kawasan Agropolitan Berdasarkan Komoditas Unggulan Prioritas Tanaman Pangan Kabupaten Bojonegoro. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v8i2.46914>
- Ayerakwa, H. M., Dzanku, F. M., & Sarpong, D. B. (2020). *The geography of agriculture participation and food security in a small and a medium-sized city in Ghana*. 3.
- BPS. (2021a). *Kecamatan Tomohon Barat dalam Angka 2021*.
- BPS. (2021b). *Kota Tomohon dalam Angka 2021*.
- González, A. L., Zubizarreta, J. H., & De Pablos Heredro, C. (2016). Oportunidades dentro de los procesos de mundialización textil internacional y relación con la RSE a través de un análisis DELPHI: Ética o estética1. *Dirección y Organización*, 59, 32–48.
- <https://doi.org/10.37610/dyo.v0i59.492>
- Jasti, P. C., & Vinayaka Ram, V. (2019). Integrated and Sustainable Benchmarking of Metro Rail System Using Analytic Hierarchy Process and Fuzzy Logic: A Case Study of Mumbai. *Urban Rail Transit*, 5(3), 155–171. <https://doi.org/10.1007/s40864-019-00107-1>
- Nurholis, N. (2021). Kawasan Rumah Pangan Lestari sebagai Upaya Peningkatan Ketahanan Pangan Masyarakat Pada Masa Pendemi Covid-19. *Jurnal Ilmiah Pangabdhi*, 7(1), 7–10. <https://doi.org/10.21107/pangabdhi.v7i1.8635>
- Ratan, A., Islam, M., & Jannat, A. (2018). Data in Brief Wetland agribusiness aspects and potential in. *Data in Brief*, 16, 617–621. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2017.11.055>
- Zhang, Q., & Yang, S. (2021). Evaluating the sustainability of big data centers using the analytic network process and fuzzy TOPSIS. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(14), 17913–17927. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11443-2>.