

Volume 4, Nomor 2, 2020

PISSN : 2615-2207 / EISSN : 2579-843X

AGROSAINSTEK

Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian



<http://agrosainstek.ubb.ac.id>

DAFTAR ISI (CONTENT)

The Corn Development Strategy in Peat Soil With No Burning and Traditional Methods <i>Selmitri, Erlinda Yurisinthae, Radian</i>	79-84
Identifikasi dan Toleransi Kemasaman Mesofauna Indigenous Tanaman Lada untuk Pertumbuhan Bibit Lada (<i>Piper nigrum</i> L.) <i>Ratna Santi, Gusmaini, Mamik Sarwendah</i>	85-94
Aplikasi Bokashi Eceng Gondok (<i>Eichhornia crassipes</i>) dan Fungi Mikoriza Arbuskula untuk Perbaikan Sifat Fisika Tanah Pasca Galian C dan Hasil Tanaman Cabai (<i>Capsicum frutescens</i> L.) <i>Cecep Hidayat, Asep Supriadin, Fanyana Huwaida'a, Yati Setiati Rachmawati</i>	95-102
Pengaruh Lama dan Suhu Pengeringan Terhadap Karakteristik Fisikokimia Tepung Beras Merah (<i>Oryza nivara</i>) <i>Merynda Indriyani Syafutri, Friska Syaiful, Eka Lidiasari, Dela Pusvita</i>	103-111
Identifikasi Perubahan Sifat Fisik Jambu Biji Merah (<i>Psidium guajava</i> L.) Selama Masa Penyimpanan pada Pendingin Evaporatif Termodifikasi <i>Abdul Mukhlis Ritonga, Furqon, Razifah Nur Ifadah</i>	112-120
Pengaturan Waktu Panen dan Pemupukan Nitrogen Tanaman Utama Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Ratun Padi pada Lahan Pasang Surut <i>Gribaldi, Nurlaili, Iqbal Effendy</i>	121-128
Uji Efektivitas Ragam Pupuk Hayati untuk Meningkatkan Produktivitas Kedelai di Lahan Lebak <i>Neni Marlina, Gusmiatun</i>	129-136
Gene Pyramiding for Brown Planthopper Resistance-related Traits, Early Maturity and Aroma of Rice Assisted by Molecular and Phenotypic Markers <i>Nono Carsono, Riski Gusri Utami, Santika Sari, Nolahdi Wicaksana</i>	137-145
Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman Melalui Solarisasi Tanah <i>Kiki Kusyaeri Hamdani, Heru Susanto</i>	146-154
Effect of Watering Frequency on the Growth and Yield of Oyster Mushrooms (<i>Pleurotus ostreatus</i>) <i>Agus Saputera, Antar Sofyan, Riza Adrianoor Saputra, Noorkomala Sari</i>	155-160



AGROSAINSTEK

Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian

Volume 4 ▪ Nomor 2 ▪ 2020

PISSN : 2615-2207

EISSN : 2579-843X

KETUA EDITOR (*EDITOR IN CHIEF*)

Gigih Ibnu Prayoga, S.P., M.P. (Universitas Bangka Belitung)

ANGGOTA EDITOR (*EDITORIAL BOARD MEMBERS*)

Ropalia, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Deni Pratama, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Herry Martha Saputra, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Euis Asriani, S.Si., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Santika Sari, S.P., M.P. (Universitas Padjadjaran)

Yati Setiati, S.P., M.P. (Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati)

Ria Elliana, Amd (Universitas Bangka Belitung)

MITRA BESTARI (*REVIEWERS*)

Nono Carsono, S.P., M.Sc., Ph.D. (Universitas Padjadjaran)

Dr. Sosiawan Nusifera, S.P., M.P. (Universitas Jambi)

Dr. Inanpi Hidayati Sumiasih, S.P., M.Si. (Universitas Trilogi)

Budy Frasetya Taufik Qurrohman, S.TP., M.P. (Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati)

Jakty Kusuma, S.P., M.P. (Politeknik Negeri Lampung)

Fitri Widiyanti, SP., MBtS., PhD. (Universitas Padjadjaran)

Dr. Tri Lestari, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Dr. Eries Dyah Mustikarini, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Dr. Ismed Inonu, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Dr. Ratna Santi, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Dr. Nyayu Siti Khodijah, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

Rion Apriyadi, S.P., M.Si. (Universitas Bangka Belitung)

PENERBIT (*PUBLISHER*)

Universitas Bangka Belitung

ALAMAT EDITOR (*EDITORIAL ADDRESS*)

Program Studi Agroteknologi

Fakultas Pertanian, Perikanan dan Biologi, Universitas Bangka Belitung

Gedung Semangat, Kampus Terpadu Balunijuk,

Desa Balunijuk Kecamatan Merawang Kabupaten Bangka

E-mail: agrosainstek@gmail.com

AKREDITASI (*ACCREDITATION*)

Terakreditasi nasional peringkat SINTA 2 berdasarkan SK Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kemenristekdikti Nomor: 36/E/KPT/2019



AGROSAINSTEK

Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian

Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>

Research Article

The Corn Development Strategy in Peat Soil With No Burning and Traditional Methods

Selmitri^{1*}, Erlinda Yurisinthae¹, Radian¹

¹Department of Agribusiness, Faculty of Agriculture, Tanjungpura University

Received: 13 February 2020/Accepted: 29 June 2020

ABSTRACT

The study aims to analyze the differences in the development of corn cultivation in peat soils between no-burning and traditional methods or with burning in Rasau Jaya District, Kubu Raya District. The fact that currently clearing forests is still using burning on agricultural land in general and especially on peat soil that is feared to experience underground burning is difficult to overcome and cause many losses. The development of corn on land without burning on peat soil is a solution for the community in maintaining ecosystem sustainability. The explanatory research is directed at testing hypotheses and following research objectives. Data collection by interview and questionnaire to 60 respondents were corn farmers on peat soil. The average difference test is used in explaining the difference in yield between the two methods of planting on peat soil. The results found that there were significant differences in the application of corn cultivation on peat soil without burning compared to the traditional method on the variables fertilizer, pesticide, business costs, and yields. In contrast, the planting area variable had no significant difference.

Keywords: Corn cultivation; Peat soil; Tillage without burning.

1. Introduction

Peat soil is land that originates from peat formation and the vegetation above it, formed in areas with low topography, high rainfall or in areas where the temperature is very low. As a natural resource, peat has uses for the cultivation of agricultural and forestry plants, as aquaculture, it can be used as fuel, nursery media, soil amelioration, and to absorb environmental pollutants (Osaki and Tsuji 2016). The use of peat soil for agriculture initially requires a large investment (Ruuskanen 2015; Kenney-Lazar and Ishikawa 2019; Wulandari and Yanti 2019). Peat soil farming productivity at the farm level, with low to moderate inputs, is different from peat soil productivity with a high level of management that is usually applied by private or large companies. However, peat soil development in one area does not guarantee that other places will succeed (Connolly *et al.* 2015; Barrow 2016).

Farmers' knowledge of peat soil is very limited, so conservation efforts to maintain peat soil productivity are also limited. In relation to land conservation, the application of cultivation techniques in land preparation with the slash-burn system is still largely adopted by farmers. Burning ash from peat that is practically obtained from the top layer of land is considered to be fertilizer material for soil fertility, but gradually without control will result in the depletion of the organic layer which is essential. This has been going on for a long time with inappropriate patterns so that peat needs to be conserved. It is feared that exploitation of peat will cause peat to reduce from its base because of the isostation style. Peat soil managed without a clear plan and designation will cause peat to become dry and flammable (Sagiman *et al.* 2015; Irma *et al.* 2018). Peat soil problems can be overcome by following various strategies, namely land preparation, water management, commodity selection, and cropping patterns, which follow the

*Author's correspondence.

E-mail : selmitriselmitri22@gmail.com (Selmitri)

DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v4i2.115>

characteristics of peat soil (Dariah *et al.* 2015; Safrida *et al.* 2018).

One effort to spur the production of agricultural products is the peat soil extensification program (Indraningsih 2016). Peat soils are natural resources that complement the diversity of Indonesia's natural wealth. The potential of Indonesia's peat soil has an area of around 20 million hectares (Rosmalinda and Susanto 2018). West Kalimantan is a province that has the largest peat soil in Indonesia. The existing condition of peat soil area in West Kalimantan is 1.68 million ha or 11.4 percent of West Kalimantan's area of 14.68 million ha and it is estimated that around 15 percent (299,028 ha) can be used for agricultural land (Malta 2011). While the area of peat soil in Kubu Raya Regency is 48,763 ha (Putri 2017). However, the management of peat soil is not as easy as imagined. In its journey various problems were encountered in utilizing peat soil. This happens because peat soil have characteristics that are far different from rice fields and dry fields that are commonly found in Indonesia. It takes a long time to be able to change peat soil into productive land and suitable for agricultural activities. Needs various improvements and treatments so that plants can flourish in peat soil areas, which certainly requires high costs.

Efforts to alleviate poverty for communities in peat soil must begin with efforts to restore peat ecosystems and prevent peat destruction. The development of farming without the recovery of ecosystems will prolong people's suffering and environmental damage will be increasingly widespread. Based on experience since 1997 that every year there are always peat soil fires, according to data (Karhutla Monitoring System, 2019) forest fires in West Kalimantan since the last 4 years: (1) in 2016 covering an area of 9,174.19 ha; (2) in 2017 covering an area of 7,467.33 ha; (3) in 2018 with an area of 68,311.06 ha; and (4) from 2019 to April, covering an area of 2,273.97 ha. Then considering the difficulty of prevention and mitigation is a safe action if the peat is not managed for agriculture and not even crossed, especially the thick peat layer. This means leaving peat let natural success, thus the chances of a fire decreasing and the smog will not be repeated (Limin *et al.* 2003). One alternative agriculture on peat soil in a more intensive way is the method of processing peat without burning (Surahman *et al.* 2019).

Research from Subiksa *et al.* (2009) shows that farmers in West Kalimantan always burn land before planting food crops, especially corn. Every season, a layer of peat burns about 3-5 cm. From peat burning twice a year, it can be estimated that

carbon emissions are around 110.1 t CO₂ ha⁻¹ year⁻¹ (assuming carbon peat density is around 50 kgm⁻³ or 0.05 tm⁻³). The burning activity carried out by farmers in a sustainable manner shows that the burning activity for land clearing is still the people's choice. Spatial analysis results show that approximately 92,804.54 ha (11.18%) of the Kubu Raya Regency area has the potential for danger of forest and land fires with hazardous levels, around an area of 349,681.47 ha (42.13%) with the level of danger high fires and around 339,352.39 ha (40.8%) with a moderate level of fire hazard (Jawad *et al.* 2015). Stakeholders in this case the government generally through the Kubu Raya Agriculture Office and related agencies, see a fairly serious impact with the opening of land especially peat soil in the traditional way. Various methods used by the government to limit these activities, such as socialization activities, various policies and laws and regulations and punishments, but the results are still not optimal (Turjaman and Hidayat 2017).

Limin *et al.* (2003) states that the depth of the burned peat layer is on average 22.03 cm (variation between 0 - 42.3 cm) but at a certain point the layer can burn up to 100 cm. Land clearing using mulcher or bio-harvester, use of sludge, use of biochar and others is a good alternative, but the tool is still relatively expensive (Turjaman and Hidayat 2017). Another alternative developed by farmers in Kubu Raya District, especially in Rasau Jaya District, is to open new land on peat soils using the non-burning method (slash and slash method, spraying herbicides, soil rotary and liming and spreading compost and planting). Kubu Raya Regency Government through the Department of Agriculture has a grand strategy in developing agribusiness. The grand strategy is to develop commodities and agribusiness activities that are in accordance with the potential of land and people in an area. Regarding the grand strategy, the Kubu Raya Regency Government established Rasau Jaya Village and its surroundings as a corn production center. One strategy is the development of corn planting on peat soil without burning (Jawad *et al.* 2015; Mawardi 2019).

Based on this background, the problem in this study is to analyze the differences in the development of corn, especially the opening of new land on peat soil by the method of non-burning and traditional methods in Kubu Raya Regency. The selection of plants developed on peat soil is corn (*Zea mays* L.).

2. Material and Method

The study was conducted in a survey by taking samples from the population using a questionnaire, and the survey was used to test hypotheses (Walliman 2015; Bryman 2016). According Bryman (2016), to test the hypothesis whether there are differences in the mean of the two groups of data, using the average difference test with an independent sample T-test with 5% significant level. Quantitative testing uses the SPSS application as a tool to test statistically. The formulation of the research hypothesis is as follows: (H_1) there are significant differences in results between the development of maize on peat soil with the method without burning and traditional methods in Rasau Jaya District, Kubu Raya District, and (H_0) there are no significant differences in results between the development of maize on peat soil with the method without burning and traditional methods in Rasau Jaya District, Kubu Raya District.

For data sources, primary data from interview with peat maize farmers using the no-burn method and traditional methods. The construct validity and the Cronbach alpha were employed to check validity and reliability of instrument in this study. Secondary data were obtained from the relevant agencies, in this case the Agriculture Office and the Office of the Statistics District of Kubu Raya.

The population is all corn farmers in Kubu Raya Regency, amounting to 738 farmers. Samples of 60 respondents are consisting of 30 respondents from peat soil corn farmers without the method of burning and as many as 30 respondents were traditional farmers taken purposively especially farmers in Kubu Raya district that have worked more than 5 years. The variables observed in the two methods of developing corn on peat soil were land area, fertilizer use, pesticide use, production costs and yields.

3. Result

Based on the results of interviews which is a method of collecting data, that the characteristics of respondents are 96.6% married, 68.3% are male farmers, 40% are aged between 31-40 years and 25% are aged between 41-50 years, while 48.3% have worked as farmers for more than 10 years and 28.3% have been farming between 5-10 years.

The construct validity test based on the results of the calculation of the research variable indicators has a correlation value (r -count) greater than 0.254 ($\alpha = 5\%$), it can be assumed that the research data meet the validity standard (Field 2013). While the Cronbach alpha value of the corn development

variable on peat soil was 0.702, meaning that the reliability value of Cronbach alpha was greater than the standard value of 0.700 (Field 2013; Bryman 2016; Taber 2018). Thus, all items of questions on the research variables are stated to be reliable or reliable.

Table 1. Average area of land cultivated by both groups of farmers between land without burning and traditional methods

	Method	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Area	1	30	.5583	.1577	.0287
	2	30	.5167	.0913	.0166
fertilizer	1	30	534.7	143.3	26.16
	2	30	325.0	92.84	16.95
Pesticide	1	30	298.6	156.2	28.53
	2	30	234.1	67.75	12.36
Cost	1	30	4136	1187	216.8
	2	30	2311	368.9	67.35
results	1	30	2.418	.4885	.0892
	2	30	1.186	.1901	.0347

Note : Method 1 = Land without burning; Method 2 = Traditional with burning

Based on Table 1, the variable area of land cultivated by both groups of farmers without the land method and traditional methods on peat soil shows a homogeneous average area, while variations in the area of land indicate that the group of farmers without the land method is more diverse than the traditional group. The fertilizer use variable shows that the non-burning farmer group method has a higher average of 60.86% and the use of fertilizer is more diverse. The poison use variable for both groups of farmers tends to be homogeneous, but the variation in the use of pesticide is more diverse in the farmer group without land method. The variable cost shows that the traditional method group of farmers is higher with a ratio of 178.97% and has more diverse variations. Yield variables show that the group of farmers without land method is higher with a ratio of 200% and has a variety of variations.

Based on Table 2, the use of fertilizer obtained t-test. The variance level of 0.107 is greater than the apha value. It means that the variation in the use of fertilizers between groups of farmers without land methods and traditional methods of farmers is homogeneous or the same. While based on the value of sig. t-test of 0,000 is smaller than the apha value, there was a rejection of the hypothesis (H_0 rejected or H_1 accepted) meaning that the use of fertilizers cultivated by the landless farmer group and the traditional farmer group there is a significant difference.

Table 2. Independent sample t-test for the use of fertilizers between groups of farmers between land without burning and traditional methods

Variables		Method	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
Area	EVA	1	9.267	.004	1.253	58	.215
	EVNA	2			1.253	46.488	.216
Fertilizer	EVA	1	2.678	.107	6.709	58	.000
	EVNA	2			6.709	49.698	.000
Pesticide	EVA	1	10.968	.002	2.074	58	.043
	EVNA	2			2.074	39.528	.045
Cost	EVA	1	9.880	.003	8.034	58	.000
	EVNA	2			8.034	34.544	.000
Yield of harvest	EVA	1	8.899	.004	12.868	58	.000
	EVNA	2			12.868	37.588	.000

Note: EVA = Equal variances assumed; EVNA = Equal variances not assumed; Method 1 = Land without burning; Method 2 = Traditional with burning

4. Discussion

Rasau Jaya District which consists of 6 villages has a population of 26,815 inhabitants in 2017 with an area of 111,030 km² or 11,103 hectares in villages or sub-districts, so that the population density is 241,51 or 242 people per Km². The level of population density which is classified as a meeting, then the Rasau Jaya District includes a narrow / small area when compared to the area of each district in Kubu Raya Regency. The population density of each village in Rasau Jaya Subdistrict, the most populous is Pematang Tujuh village with a population of 1,544 people and a village area of 2.28 km² having a density level of 677 inhabitants per km². While Rasau Jaya II village has a population of 4,748 people and an area of 36.25 Km² has a density level of 131 inhabitants per km². Following are data on population density in Rasau Jaya sub-district. The condition of the population in 2017 reached 26,815 people consisting of 13,470 male sex people or 50.23% and female sex of 13,345 people or 49.77%. The difference in the number of men and women is very small that is equal to 0.46%.

Land is a growing medium and is a factor of production in farming. It can be stated simply that farming with a narrow area will be easier to manage compared to the relatively large land area (Purwanto *et al.* 2015). However, the greater the land area, the greater the opportunity for farmers to process their farming business, so that it will have an impact on increasing production and vice versa (Siska *et al.* 2018). According to Sujarweni (2014) to interpret the result from Table 2, the land area variable the sig value is obtained. The variant level of 0.004 is smaller than the alpha value in the variation of land area between the groups of

landless farmers without land methods and groups of farmers using traditional methods is different. While based on the value of sig. t-test of 0.215 is greater than the alpha value, the acceptance of the hypothesis (H_0 accepted or H_1 rejected) means that the area of land cultivated by the non-burn land method farmer group and traditional farmer groups is not significant. While land area has a very significant effect on increasing corn production (Fitriawati 2009), in this case the average farm area is 0.5 ha.

Giving optimal fertilizer to plants will increase better yields (Sujarweni 2014). Traditional farmers' perceptions that burning land surface will reduce soil acidity and increase soil fertility thereby reducing fertilizer use, this is not in accordance with the opinion Limin *et al.* (2003) and Malta (2011) that by burning peat land surface will damage the soil structure. According to the Director General of Plantations (Ditjenbun 2010) preventing land burning can reduce CO₂ emissions to 0.284 Gt CO₂. Fertilizer application significantly increases the production of corn. Mustopa *et al.* (2018) also found that giving the right dose of fertilizer can increase corn crop production.

According to result in Table 2, there is significant variant level of 0.215 which is smaller than the alpha value that the land area variation between the groups of landless farmers without land methods and groups of farmers using traditional methods is different. While based on the value of sig. t-test was 0.043 smaller than the alpha value, there was a rejection of the hypothesis null (H_1 accepted) meaning that the use of pesticide that were cultivated by landless farmers and the traditional methods farmer groups were significant differences. Farmers' knowledge and concern about the importance of plant pesticide for the success of

farming has become a necessity. This means that the awareness of farmers about one of the success of farming is preventing or reducing crop disease pests.

Costs are expenses that must be incurred in farming and are calculated to achieve production. Based on Table 2, for the variable use of costs obtained sig. The variant level of 0.003 is smaller than the alpha value that variations in the use of costs between groups of landless farmers without land methods and groups of traditional farmers differ. While based on the value of sig. t-test is 0,000 smaller than the apha value, there was a rejection of the hypothesis (H_1 accepted) meaning that the use of the costs cultivated by the landless farmer group and the traditional farmer group there were significant differences. The use of high costs in the land without burning method is one of the reasons farmers continue to maintain traditional methods / land fires (Subiksa *et al.* 2009; Mustopa *et al.* 2018; Sudirja *et al.* 2018). Efforts to increase farmers' income from a farm, in general are very dependent on the large amount of production costs, especially for the supply of land, seeds, fertilizer and labor, all of which are very influential on the size of the income and income that farmers get from their farming (Purwanto *et al.* 2015). The use of high costs in the Compost method is the wage of labor in the land clearing component.

Harvest is the amount of corn harvest obtained by farmers in a certain area. Based on Table 2, the yield variable obtained sig. The variant level of 0.004 is smaller than the alpha that the variation in yields between groups of farmers without land methods and groups of farmers using traditional methods is different. While based on the value of sig. t-test is 0,000 smaller than the apha value that there was a rejection of the hypothesis (H_1 accepted) meaning that the yields cultivated by the non-burning land group farmers and the traditional methods farmer group were significant differences. Corn yields without burning method of land on peat soil are better, one of which is due to the controlled use of ash from plant litter in the ash house, while the residual ash of combustion provides an amelioration effect with increasing pH and soil base content, so plants grow better. In contrast to traditional methods where land preparation by burning systems causes loss of carbon stocks, subsidies occur, water reserves are reduced and ultimately leads to depletion of peat layers (Subiksa *et al.* 2009).

5. Conclusion

There is a significant difference in the development of corn cultivation in peat soils between no-burning and traditional methods in the use of fertilizers, pesticides, costs, and yields. The difference in variables or factors of production is higher in the use of land without burning methods, whereas traditional methods are more efficient in the use of costs. The land area variable is not significantly different or the farm area of each farmer is homogeneous.

The development of peat soil corn cultivation without burning method is more optimal in application doses of fertilizer and pesticide. Likewise, the use of higher costs in land clearing/processing and processing fees. A difference in yields of up to 200% higher than traditional methods is assumed due to the production factors used in accordance with recommendations/recommendations for the development of corn cultivation.

6. References

- Barrow CJ. 2016. Water resources and agricultural development in the tropics. *Routledge*.
- Bryman A. 2016. Social research methods. *Oxford university press*.
- Connolly NM, Pearson RG, Loong D, Maughan M, Brodie J. 2015. Water quality variation along streams with similar agricultural development but contrasting riparian vegetation. *Agric Ecosyst Environ.* 213:11–20.
- Dariah A, Sutono S, Nurida NL, Hartatik W, Pratiwi E. 2015. Pembenah tanah untuk meningkatkan produktivitas lahan pertanian. *J Sumberd Lahan.* 9(2):1–12.
- Ditjenbun. 2010. Arah dan strategi pengembangan perkebunan rakyat menghadapi fenomena iklim. Paper disampaikan pada Rapat Kerja Balai Besar Litbang Sumber daya Lahan Pertanian (BB SDLP). Semarang.
- Field A. 2013. Discovering statistics using IBM SPSS statistics. *sage*.
- Indraningsih KS. 2016. Faktor-faktor yang memengaruhi kinerja usahatani petani sebagai representasi strategi penyuluhan pertanian berkelanjutan di lahan marjinal. *J Agro Ekon.* 31(1):71–95.
- Irma W, Gunawan T, Suratman S. 2018. Pengaruh Konversi Lahan Gambut Terhadap Ketahanan Lingkungan di DAS Kampar Provinsi Riau Sumatera. *J Ketahanan Nas.* 24(2):170–191.
- Jawad A, Nurdjali B, Widiastuti T. 2015. Zonasi daerah rawan kebakaran hutan dan lahan di

- Kabupaten Kubu Raya Provinsi Kalimantan Barat. *J Hutan Lestari*. 3(1):88–97.
- Kenney-Lazar M, Ishikawa N. 2019. Mega-Plantations in Southeast Asia: Landscapes of Displacement. *Environ Soc*. 10(1):63–82.
- Limin SH, Saman TN, Alim S. 2003. Forest Fire Suppression Activities in Kalampangan Zone and the Natural Laboratory of Peat Swamp Forest (NLPSF) in Central Kalimantan Forest Fire Suppression Activities in Kalampangan Zone and the Natural Laboratory of Peat Swamp Forest (NLPSF) in Central . In: CIMTROP. Hokkaido University. Sapporo-Japan.
- Malta M. 2011. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kinerja Petani Jagung di Lahan Gambut. *Mimb J Sos dan Pembang*. 27(1):67–78.
- Mawardi RK. 2019. Pemkab Kubu Raya Launching Program Olah Lahan Tanpa Bakar - Pendidikan & Kebudayaan | RRI Pontianak | Media Radio berita online terpercaya | RRI. rri.co.id. [accessed 2020 Apr 25]. <https://rri.co.id/pontianak/pendidikan-kebudayaan/657364/pemkab-kubu-raya-launching-program-olah-lahan-tanpa-bakar>.
- Mustopa J, Rochdiani D, Yusuf MN. 2018. Dampak Program Gerakan Penerapan Pengelolaan Tanaman Terpadu (Gp-ptt) terhadap Tingkat Penerapan Teknologi Ptt pada USAhatani Jagung (*Zea Mays L.*)(Studi Kasus Dikelompok Tani Sangkan Hurip Desa Tanjungsari Kecamatan Rajadesa Kabupaten Ciamis). *J Ilm Mhs Agroinfo Galuh*. 4(2):735–742.
- Osaki M, Tsuji N. 2016. Tropical peat soil ecosystems. *Springer*.
- Purwanto AZA, Hadayani H, Muis A. 2015. Analisis produksi dan pendapatan usahatani jagung hibrida di desa Modo kecamatan Bukal kabupaten Buol. *Agrol J Ilmu-ilmu Pertan*. 22(3):205–215.
- Putri H. 2017. Target Restorasi Gambut di Kalimantan Barat, Seperti Apa? (Bagian 1). Mongabay Situs Ber Lingkung. [accessed 2019 May 19]. <https://www.mongabay.co.id/2017/05/05/target-restorasi-gambut-di-kalimantan-barat-seperti-apa-bagian-1/>.
- Rosmalinda R, Susanto A. 2018. Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Dalam Memperbaiki Sifat Kimia Tanah Gambut. *J Teknol Agro-Industri*. 5(2):58–65.
- Ruuskanen E. 2015. Valuing Wetlands and Peat soils: Mires in the Natural Resource and Land Use Policies in the Nordic Countries from the Late Eighteenth Century to the Present Day. In: Trading Environments. Routledge. p. 134–153.
- Safrida S, Suparman S, Parman P. 2018. Pengaruh Amelioran Abu Janjang Sawit Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Akses Padi Lokal (*Oryza Sativa L.*) Pada Lahan Gambut. *J Agrotek Lestari*. 2(1):11–19.
- Sagiman S, Triyono D, Muani A. 2015. Strategi Pengembangan Kebun Kelapa Sawit Lahan Gambut Kabupaten Kubu Raya. *J Soc Econ Agric*. 4(2):23063.
- Siska S, Alam MN, Amtiran RMO. 2018. Analisis Pendapatan Usahatani Jagung Di Desa Wera Kecamatan Dolo Barat Kabupaten Sigi. *J Pembang Agribisnis (Journal Agribus Dev)*. 1(1):42/47.
- Subiksa IGM, Dariah A, Agus F. 2009. Sistem pengelolaan lahan eksisting di Kalimantan Barat serta implikasinya terhadap siak kimia tanah gambut dan emisi GRK.
- Sudirja R, Machfud Y, Sofyan ET, Joy B, Rosniawaty S, Ros R. 2018. Pengaruh Organo-mineral Terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah dan Hasil Jagung pada Ultisol Jatinangor. *soilrens*. 16(1):59–64.
- Sujarweni VW. 2014. Metode Penelitian: Lengkap, Praktis, dan Mudah Dipahami.
- Surahman A, Soni P, Shivakoti GP. 2019. Improving strategies for sustainability of short-term agricultural utilization on degraded peat soils in Central Kalimantan. *Environ Dev Sustain*. 21(3):1369–1389.
- Taber KS. 2018. The Use of Cronbach's Alpha When Developing and Reporting Research Instruments in Science Education. *Res Sci Educ*. 48(6):1273–1296. doi:10.1007/s11165-016-9602-2.
- Turjaman M, Hidayat A. 2017. Agarwood-planted tree inventory in Indonesia. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 54. IOP Publishing. p. 1–6.
- Walliman N. 2015. Social research methods: The essentials. Sage.
- Wulandari F, Yanti L. 2019. Preparedness of Society to Confront of Forest Fire and Peat soil in Singkawang City. *Sumatra J Disaster, Geogr Geogr Educ*. 3(2):41–46.

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Artikel Penelitian****Identifikasi dan Toleransi Kemasaman Mesofauna Indigenous Tanaman Lada untuk Pertumbuhan Bibit Lada (*Piper nigrum* L.)*****Identification and Acidity Tolerance of Pepper Indigenous Mesofauna for Pepper Seedling Growth (*Piper nigrum* L.)*****Ratna Santi^{1*}, Gusmaini², Mamik Sarwendah³**¹Program Studi Agroteknologi, Universitas Bangka Belitung. Jalan Raya Balunijuk Km 12, Bangka 33125²Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Jalan Tentara Pelajar No 3, Cimanggu Bogor 16111³Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kepulauan Bangka Belitung. Jalan Mentok Km 4, Pangkalpinang Bangka 33134

Diterima: 02 Maret 2020/Disetujui: 01 September 2020

ABSTRACT

Low soil fertility in Bangka becomes the main problem in permanent pattern of pepper cultivation. Utilization of micro and mesofauna plays a role in the decomposition of organic matter, improving soil structure, recycling of nutrients and reducing nutrient loss. This study aims to identify the potential of mesofauna isolation under the stand of pepper in stimulating the growth pepper seedlings. The initial stage of the activity is the identification and analysis of the abundance of mesofauna soil samples taken from South Bangka production centers of pepper plants. The potential tolerance of mesofauna acidity by growing pot system nursery pepper at different media acidity levels. The results showed that mesofauna obtained from Acari and Collembola species from Neanuridae family, Hypogastruridae, Entomobryidae, Sminthuridae, Cypoderidae, Mesotigmata. Based on tolerance to mesophyroid pH identified in this study are indifferent groups living on acid and alkaline pH conditions. Mesofauna can improve soil fertility as indicated by an increasing C-organic content, macro nutrients P, K, soil pH and soil aeration. Increasing macro nutrients and improving soil porosity of the planting media will stimulate root development and growth of nursery pepper.

Keywords: Acidity: Mesofauna: Pepper growth.**ABSTRAK**

Rendahnya kesuburan tanah di Bangka menjadi permasalahan utama dalam pola budidaya lada secara menetap. Pemanfaatan mikro dan mesofauna berperan dalam dekomposisi bahan organik, memperbaiki struktur tanah, daur ulang hara dan mengurangi kehilangan hara. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi potensi mesofauna isolasi dibawah tegakan lada dalam memacu pertumbuhan bibit lada. Tahapan awal kegiatan yaitu identifikasi dan analisis kelimpahan mesofauna contoh tanah yang diambil dari Bangka induk dan Bangka Selatan sebagai sentra produksi tanaman lada. Uji potensi toleransi kemasaman mesofauna dengan menumbuhkan bibit lada secara pot sistem pada tingkat kemasaman media yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan mesofauna yang diperoleh jenis Acari dan Collembola dari famili Neanuridae, Isotomidae, Hypogastruridae, Entomobryidae, Sminthuridae, Mesotigmata, Cyphoderidae. Berdasarkan toleransi terhadap pH mesofauna yang teridentifikasi adalah golongan indifferen yang hidup pada kondisi asam dan basa. Mesofauna mampu memperbaiki kesuburan tanah ditunjukkan dengan meningkatnya kandungan C-organik, hara makro P, K, pH tanah dan aerasi tanah. Perbaikan kimia tanah dan porositas tanah akan memacu perkembangan akar dan pertumbuhan bibit lada.

Kata kunci: Kemasaman: Mesofauna; Pertumbuhan lada.

*Korespondensi Penulis.

E-mail : ratnasanti_ubb@yahoo.com (R. Santi)DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v4i2.122>

1. Pendahuluan

Pola budidaya lada di Bangka masih dilakukan dengan sistem pembukaan lahan baru. Masa produksi lada di petani selama 4-5 tahun dengan panen maksimal 3 kali panen. Hal ini menyebabkan besarnya biaya produksi dalam usaha tani lada. Salah satu permasalahan pada budidaya lada di tingkat petani adalah rendahnya tingkat kesuburan tanah. Tanah di Bangka Belitung didominasi oleh jenis tanah ultisol (podsolik merah kuning). Tanah ultisol memiliki sifat tanah dengan fraksi liat 17% - 95%, kejenuhan basa kurang dari 35%, memiliki pH (3,5 – 6,5) reaksi sangat masam hingga agak masam dan memiliki kapasitas tukar kation rendah berkisar 5-16 cmol/kg tanah liat (Santi *et al.* 2018). Kesuburan tanah ultisol dapat diperbaiki salah satunya dengan memanfaatkan mikrofauna dan mesofauna tanah seperti Collembola dan Acarina.

Fauna tanah berperan sebagai indikator kualitas kesuburan tanah (Menta 2012; Ibrahim *et al.* 2014). Mikrofauna dan mesofauna tanah berperan dalam pembentukan struktur tanah, stabilitas agregat dan secara alami membantu terjadinya proses siklus hara di dalam tanah. Fauna tanah merupakan bagian dari komponen ekosistem tanah yang berperan dalam memperbaiki struktur tanah melalui peningkatan ruang pori, aerasi, kapasitas penyimpanan air, dekomposisi bahan organik dan pencampuran partikel tanah (Saraswati *et al.* 2007). Struktur yang kompleks dari tanah, komponen biotik dan abiotik mempengaruhi pengontrolan degradasi bahan organik dan proses siklus hara tanah (Menta 2012). Mesofauna tanah merupakan hewan tanah yang memiliki ukuran tubuh 100 µm < 2 mm seperti Collembola, Acarina, Enchytraida, dan Rotifera tanah (Ibrahim *et al.* 2014).

Permukaan tanah merupakan habitat utama mesofauna karena pada lapisan tersebut terdapat beragam organisme dan banyak mengandung hara dan karbon dalam bentuk bahan organik. Campuran bahan tanaman bersama kotoran dari organisme tanah akan meningkatkan area pengikatan maupun pemecahan bagi mikroorganisme, melalui proses mineralisasi, perubahan senyawa organik ke senyawa anorganik sederhana yang tersedia bagi tanaman. Ketersediaan sumber energi di dalam tanah dan struktur tanah, mineral, komposisi bahan organik dan tata air tanah mempengaruhi aktivitas mesofauna tanah (Culliney 2013). Kehidupan fauna tanah sangat tergantung pada habitatnya, karena keberadaan dan kepadatan populasi suatu jenis fauna tanah di suatu daerah sangat ditentukan oleh faktor lingkungan tanah (Rahmawati 2004; Andri *et al.* 2016).

Aktivitas mesofauna dipengaruhi oleh ketersediaan energi dan hara bagi mesofauna tanah.

Peningkatan perkembangan dan aktivitas mesofauna tanah akan berdampak positif bagi kesuburan tanah (Hilman & Handayani 2013). Erniyani *et al.* (2010), menginformasikan kehidupan mesofauna tanah sangat tergantung pada faktor lingkungan abiotik dan biotik disekitarnya seperti suhu, kelembaban tanah, pH tanah, porositas tanah. Mesofauna dalam metabolismenya mengeluarkan *feces* yang mengandung berbagai hara dalam bentuk tersedia bagi tanaman dan kehidupan lainnya yang ada dalam tanah.

Kelimpahan dan keanekaragaman mesofauna dan makrofauna tanah berkaitan erat dengan ketersediaan bahan organik tanaman tanah (Rahmawati 2004; Ananda *et al.* 2007). Hasil penelitian tanah Wulandari *et al.* (2007), hubungan antara laju dekomposisi bahan organik tanaman dengan indeks keanekaragaman mesofauna, makrofauna dalam tanah dan permukaan tanah menunjukkan hubungan negatif. Kenaikkan laju dekomposisi bahan organik tanaman maka akan diikuti penurunan indeks keanekaragaman mesofauna dan makrofauna tanah. Culliney (2013), menginformasikan Acarina banyak terdapat di hutan dan padang rumput. Collembola banyak di hutan konifer, tetapi umumnya Collembola terutama terdapat pada tanah pertanian.

Fauna tanah merupakan bagian dari ekosistem tanah, oleh karena itu dalam mempelajari ekologi fauna tanah faktor fisika-kimia tanah selalu diukur. Faktor fisika yang mempengaruhi aktivitas mesofauna tanah suhu, kadar air, porositas, dan tekstur tanah. Sedangkan faktor kimia yaitu pH, salinitas, kadar organik tanah dan mineral tanah. Pengukuran pH tanah sangat diperlukan dalam melakukan penelitian mengenai fauna tanah (Andri *et al.* 2016; Rahmawati 2004). Gillet & Ponge (2004) mempelajari toleransi species *Acidophilic* Collembola pada kondisi kemasaman tanah dan reaksi mite (tungau) terhadap kemasaman tanah. Hilman & Handayani (2013), menginformasikan keberadaan, keanekaragaman dan penyebaran mesofauna tanah di tiga lokasi pengamatan di Belitung berbeda tergantung pada perubahan sifat fisik dan kimia tanah. Selain itu adanya faktor ketersediaan energi dan sumber makanan bagi mesofauna seperti bahan organik dan biomassa hidup yang semuanya berkaitan dengan aliran siklus karbon dalam tanah.

Penelitian potensi mikro dan mesofauna indigenous dalam kesuburan tanah melalui isolasi dan seleksi mesofauna tanah masih perlu dilakukan. Suatu kajian karakteristik dan adaptasi mesofauna indigenous isolasi dari pertanaman lada Bangka. Mesofauna toleran terhadap kemasaman tanah berpotensi memperbaiki struktur tanah serta

memacu pertumbuhan lada. Hasil penelitian diharapkan menjadi dasar untuk membuat satu paket teknologi yang dapat meningkatkan produktivitas lada di Bangka Belitung.

2. Bahan dan Metode

Pengambilan Sampel Tanah dan Data Mesofauna

Pengambilan sampel tanah dan mesofauna dari tiga sentra kebun lada yaitu Desa Petaling Kabupaten Bangka dan Desa Bukit Terap, Desa Jeriji Toboali Bangka Selatan. Setiap lokasi diambil dua titik sampel. Titik koordinat pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Lokasi dan titik koordinat pengambilan sampel data mesofauna

Lokasi	Kode	Koordinat
Jeriji	J1	S 2° 51' 21,593" E 106° 27' 5,803"
	J2	S 2° 51' 22,671" E 106° 27' 4,774"
Bukit Terap	T1	S 2° 59' 24,351" E 106° 36' 1,274"
	T2	S 2° 59' 25,268" E 106° 36' 59,667"
Petaling	P1	S 2° 06,233" E 105° 58,354"
	P2	S 2° 06,871 E 105° 57,012"

Waktu pengambilan sampel dilakukan bulan April tahun 2018. Pengambilan contoh tanah komposit menggunakan metode diagonal sebanyak 5 titik contoh pada tiap lokasi. Penentuan titik contoh menggunakan teknik *purposive sampling*. Contoh tanah diambil menggunakan auger pada kedalaman 0-30 cm dari permukaan tanah.

Keanekaragaman dan kelimpahan mesofauna dibawah tegakan lada ditentukan dengan metode pencuplikan contoh tanah (PCT) dengan menggunakan *ring sampler*. Penentuan contoh tanah untuk isolasi mesofauna dibawah tegakan lada menggunakan teknik *Purposive Sampling*. Pengambilan lima titik PCT pada setiap tanaman lada terpilih dengan kriteria kebun dekat dengan sumber air, umur tanaman lada diatas 5 tahun dengan tanaman subur dan sehat. Pengambilan tanah dilakukan pada kedalaman 0-20 cm dari permukaan tanah. Contoh tanah dibungkus dengan aluminium foil dan dilubangi agar tetap ada pertukaran udara.

Mesofauna tanah di koleksi dengan metode ekstraksi tanah corong *Barlese-Tullgreen* yang dimodifikasi tanah (Saraswati *et al.* 2007). Pemisahan mesofauna dengan penyaringan berdasarkan konsep fototaksis negatif dengan

penyinaran menggunakan cahaya lampu listrik 10 watt selama 48 jam. Contoh tanah diletakan dimasukkan kedalam saringan dan diletakkan diatas corong. Ujung corong terhubung dengan botol koleksi mesofauna. Mesofauna yang berada di dalam contoh tanah akan jatuh kedalam botol ukuran 100 ml yang berisi formalin 4%. Mesofauna yang terjaring kemudian disimpan dalam botol plastik/kain katun dan diberi alkohol 75% untuk diidentifikasi.

Identifikasi specimen mesofauna secara morfologi dibawah mikroskop binokuler menggunakan cawan petri. Identifikasi mesofauna mengacu pada buku *Metode Analisis Biologi Tanah* tanah (Saraswati *et al.* 2007), *Collembola ekor pegas* tanah (Suharjono *et al.* 2012) dan buku *Mengenal Fauna Tanah dan cara Identifikasinya* tanah (Anwar & Ginting 2013). Mesofauna yang dikoleksi kemudian dianalisis keanekaragaman dan kekayaan mesofauna pada tiap lokasi. Keanekaragaman dari mesofauna diukur menggunakan Indeks Diversitas Shanon-Wiener. Sedangkan kekayaan jenis mesofauna diukur menggunakan Indeks kekayaan Margalef tanah (Magurran 1988).

Pengujian Toleransi Kemasaman Tanah dan Pertumbuhan Bibit Lada

Pengujian toleransi mesofauna dan pertumbuhan bibit lada dilakukan skala rumah kaca (*pot system*) di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bangka. Pengujian toleransi dilakukan dengan menumbuhkan mesofauna tanah pada media tanah Ultisol dengan tingkat kemasaman tanah yang berbeda. Rancangan yang digunakan adalah rancangan Acak kelompok lengkap (RAK) dengan 3 ulangan dan 2 faktor perlakuan. Faktor pertama adalah pH tanah, yaitu : 4,5 (masam), agak masam 5,6 dan 6,6 (netral). Faktor kedua adalah asal mesofauna, yaitu : Collembola, Acarina 1 (contoh tanah lokasi petaling) dan Colembola, Acarina 2 (contoh tanah lokasi Bukit Terap). Setiap perlakuan terdiri atas 6 tanaman sehingga total unit penelitian adalah 108 pot.

Pengaturan pH media dilakukan melalui penambahan Ca(OH)₂ dan penambahan bahan organik yang telah terdekomposisi. Sebanyak 8 kg tanah ultisol dimasukkan kedalam pot plastik volume 10 liter. Kemudian ditambahkan 2 kg masing-masing tanah yang diketahui mengandung Collembola dan Acarina berdasarkan survey awal. Contoh tanah diinkubasi pada media semai selama 4 minggu dengan diberi perlakuan serasah bahan organik. Selama masa inkubasi dilakukan penyiraman media tumbuh mesofauna. Media diinkubasi selama 3 minggu sebelum penanaman. Selanjutnya media ditanami bibit lada dengan

kriteria telah berakar, mempunyai daun 2-3 helai dengan jumlah ruas 2-3 buah. Pengujian toleransi dan pertumbuhan bibit lada dilakukan selama 12 minggu.

Variabel penelitian meliputi respon pertumbuhan bibit lada, analisis keanekaragaman dan kelimpahan mesofauna serta kondisi iklim medium pertumbuhan. Data kuantitatif dianalisis menggunakan uji F dan dilanjutkan dengan Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf α (alpha) 5%. Data dianalisis menggunakan software aplikasi SAS (*Statistical Analysis Sistem*). Data kualitatif disajikan dalam bentuk gambar dan narasi.

3. Hasil

Berdasarkan hasil analisis tanah tiga lokasi penelitian termasuk golongan agak masam. Kandungan hara makro N, K dan C organik pada tiga lokasi sampel tanah berkisar antara rendah sampai sedang. Sedangkan P tergolong sedang sampai dengan tinggi (Tabel 2). Berdasarkan karakteristik kesuburan tanah menunjukkan bahwa di daerah Petaling memiliki tingkat kesuburan yang lebih baik dibandingkan dengan di Bangka Selatan (Bukit Terap dan Jeriji). Hal tersebut dilihat dari hasil analisis sifat kimia tanah, baik pH, C/N rasio, KTK, C-organik, N, P, dan K. Hal yang sama pada lokasi tersebut adalah teksturnya yang didominasi 70 % pasir.

Berdasarkan tahapan kegiatan koleksi mesofauna yang telah dilakukan didapatkan beberapa jenis mesofauna tanah isolasi dari areal pertanaman lada di sentral produksi lada di Bangka. Jenis mesofauna (Collembola dan Acarina) yang ditemukan adalah famili Neanuridae, Hypogastruridae, Entomobryidae, Sminthuridae, Isotomidae, Mesotigmatidmite (Gambar 1, 2 dan 3). Selanjutnya berdasarkan perhitungan indeks keragaman dan kekayaan jenis mesofauna kategori sedang untuk semua sampel Petaling, Jeriji dan Bukit Terap Bangka Selatan (Tabel 3).

Hasil pengujian toleransi kemasaman menunjukkan terjadi perbaikan media tanam untuk pertumbuhan bibit lada (agak masam) setelah perlakuan. Secara kuantitas pH media tanam mendekati netral. Sejalan dengan kenaikan pH kandungan C-organik setelah perlakuan pemberian mesofauna meningkat dari rata-rata 2,28 (Sedang) menjadi rata-rata 3,88 (Tinggi) (Tabel 4). Hasil pengujian toleransi kemasaman menunjukkan terjadi perbaikan porositas menjadi lebih baik daripada media tanam awal setelah perlakuan (Tabel 5).

Tabel 2. Hasil analisis sifat fisik dan kimia awal tanah lokasi isolasi mesofauna

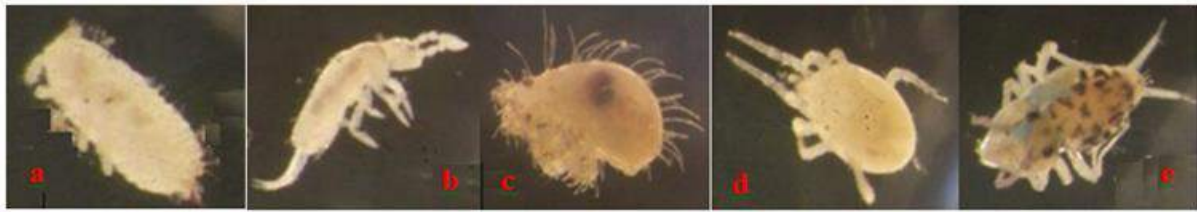
Parameter Uji		Hasil pengukuran		
		Petaling	Bukit Terap	Jeriji
N-Total	%	0,20	0,14	0,21
P ₂ O ₅ HCl	mg 100 g ⁻¹	51	10	17
25%				
K ₂ O HCl	mg 100 g ⁻¹	6	3	5
25%				
P ₂ O ₅ Olsen	ppm	103	30	116
K	C mol (+) kg ⁻¹	0,08	0,03	0,07
Na	C mol (+) kg ⁻¹	0,06	0,06	0,06
Ca	C mol (+) kg ⁻¹	3,86	2,72	2,37
Mg	C mol (+) kg ⁻¹	1,45	1,31	1,75
C-organik	%	2,67	2,13	2,06
pH (H ₂ O)	-	6,5	5,6	5,7
Al ³⁺	C mol (+) kg ⁻¹	0,06	0,08	0,06
H ⁺	C mol (+) kg ⁻¹	0,16	0,29	0,24
KTK	C mol (+) kg ⁻¹	11,86	9,27	9,35
KB	%	46	44	45
Tekstur Pasir	%	70	71	70
Tekstur Debu	%	5	7	9
Tekstur Liat	%	25	22	21

Keterangan : Dianalisis di Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor. Penilaian status sifat kimia tanah berdasarkan [Eviati & Sulaeman \(2009\)](#).

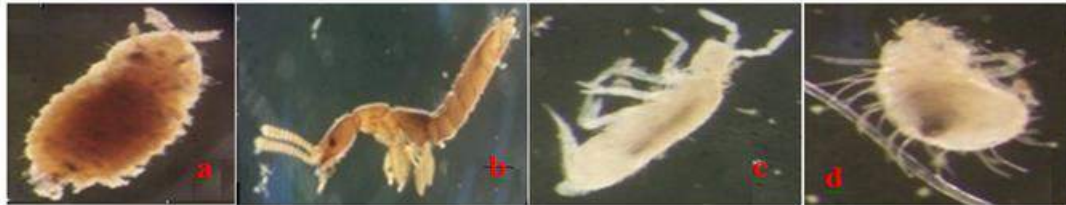
Tabel 3. Indeks Keragaman mesofauna hasil koleksi lokasi sentra produksi lada di Bangka

Lokasi	H'	Dmg	E	Bobot tanah (gr)	H'
Bukit Terap	2,179	2,172	0,946	308,78	H' sedang
Jeriji	1,889	1,969	0,908	309,67	H' sedang
Petaling	1,885	1,764	0,927	300,46	H' sedang

Keterangan : H' = indeks keanekaragaman mesofauna tanah (Shanon -Wiener); Dmg = indeks kekayaan jenis mesofauna tanah (indeks Margalef); E = Kemerataan jenis mesofauna tanah ([Magurran, 1988](#)).



Gambar 1. Mesofauna di lokasi areal pertanian lada Jeriji: Collembole (a) Famili Neanuridae, (b) Famili Cyphoderidae, (c) Famili Sminthuridae; Acarina (d,e) Famili Oppidae/ Famili Mesotigmata).



Gambar 2. Mesofauna di lokasi areal pertanian lada Petaling : Collembole (a) Famili Neanuridae, (b) Famili Entomobryidae (c) Famili Cyphoderidae, (d) Famili Sminthuridae.



Gambar 3. Mesofauna di lokasi areal pertanian lada Bukit Terap: Collembole (a-b) Famili Neanuridae, (c) Famili Isotomidae, (d) Famili Cyphoderidae, (e-f) Famili Sminthuridae; Acarina (g-h) Famili Oppidae /Mesotigmata.

Tabel 4. Pengaruh mesofauna dan kemasam tanah terhadap sifat tanah

Perlakuan media	Sifat Kimia Tanah				
	pH	P ₂ O ₅	K	N	C-Organik
Mesofauna 1 + netral (pH 6,6)	6,60	102,78 (T)	0,34 (T)	0,20 (R)	3,99 (T)
Mesofauna 1 + masam (pH 4,5)	6,49	142,81 (T)	0,35 (T)	0,19 (R)	3,83 (T)
Mesofauna 1 + agak masam (pH 5,6)	6,32	228,62 (T)	0,39 (S)	0,21 (S)	3,79 (T)
Mesofauna 2 + netral (pH 6,6)	6,74	141,98 (T)	0,30 (S)	0,20 (R)	3,94 (T)
Mesofauna 2 + masam (pH 4,5)	6,12	156,04 (T)	0,38 (S)	0,22 (S)	3,90 (T)
Mesofauna 2 + agak masam (pH 5,6)	6,80	170,94 (T)	0,42 (S)	0,23 (S)	3,86 (T)

Keterangan : Mesofauna 1 lokasi Petaling; mesofauna 2 lokasi Bukit Terap. Penilaian status sifat kimia tanah berdasarkan [Eviati & Sulaeman \(2009\)](#). Status T= Tinggi; S= Sedang; R= Rendah

Tabel 5. Pengaruh Mesofauna dan kemasaman tanah terhadap porositas tanah

Perlakuan media	Porositas tanah (%)	
	Awal Percobaan	Akhir Percobaan
Mesofauna 1 + netral (pH 6,6)	27,33	40,06
Mesofauna 1 + masam (pH 4,5)	28,0	50,1
Mesofauna 1 + agak masam (pH5,6)	28,0	44,83
Mesofauna 2 + netral (pH6,6)	27,66	46,1
Mesofauna 2 + masam (pH 4,5)	28,00	52,53
Mesofauna 2 + agak masam (pH 5,6)	27,00	44,56

Keterangan : Mesofauna 1 lokasi Petaling; Mesofauna 2 lokasi Bukit Terap

Respon pertumbuhan lada dengan pemberian tanah mengandung mesofauna dengan berbagai tingkat kemasaman menunjukkan respon beragam. Tinggi awal bibit lada untuk semua perlakuan diusahakan seragam yaitu 14-15 cm. dan terdiri atas 3-4 ruas. Tingkat kemasaman tanah dan jenis mesofauna yang didapatkan setelah 3 (tiga) periode waktu tumbuh mempengaruhi tinggi bibit lada. Perlakuan mesofauna Petaling dan mesofauna Bukit Terap pada tanah masam (pH 4,5-5,5) menunjukkan pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah ruas yang lebih baik dari perlakuan lainnya (Tabel 6, 7, 8, dan 9).

Pertambahan tinggi tanaman lada, jumlah daun dan jumlah ruas berbeda pada berbagai perlakuan

media dan asal mesofauna. Hasil uji BNT menunjukkan pertambahan tinggi, jumlah daun dan jumlah ruas pada media masam dengan penambahan mesofauna Petaling berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan media pH masam dengan mesofauna Petaling menunjukkan rata-rata penambahan tertinggi pada semua parameter respon tanaman selama 2 minggu. Secara umum perlakuan pH netral dengan penambahan mesofauna petaling menunjukkan nilai terendah pada hamper semua parameter pertumbuhan bibit lada selama umur 12 minggu (Tabel 6, 7, 8, dan 9).

Tabel 6. Pengaruh interaksi pH media dan asal mesofauna terhadap pertambahan tinggi bibit lada pada berbagai periode tumbuh

Perlakuan media	Umur (HST)		
	0-28	28-56	56-84
Mesofauna 1 + netral (pH 6,6)	8,55b	10,44b	16,67c
Mesofauna 1 + masam (pH 4,5)	10,23a	12,11a	30,00a
Mesofauna 1 + agak masam (pH5,6)	8,89ab	11,37ab	20,33abc
Mesofauna 2 + netral (pH 6,6)	8,11b	10,45b	18,89bc
Mesofauna 2 + masam (pH 4,5)	10,00a	12,26a	26,67ab
Mesofauna 2 + agak masam (pH5,6)	8,12b	10,89b	23,96abc

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang samatidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95%.

Tabel 7. Pengaruh interaksi pH media dan asal mesofaunaterhadap pertambahan jumlah daun bibit lada pada berbagai periode tumbuhan

Perlakuan media	Umur (HST)		
	0-28	28-56	56-84
Mesofauna 1 + netral (pH6,6)	3,44bc	5,45ab	6,78ab
Mesofauna 1 + masam (pH4,5)	4,80a	6,56a	8,44a
Mesofauna 1 + agak masam (pH5,6)	3,67bc	6,11ab	6,33b
Mesofauna 2 + netral (pH6,6)	3,89abc	5,55ab	7,00ab
Mesofauna 2 + masam (pH4,5)	4,45ab	6,43ab	8,00ab
Mesofauna 2 + agak masam (pH5,6)	3,28c	5,11b	7,03ab

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang samatidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95%.

Tabel 8. Pengaruh interaksi pH media dan asal mesofauna terhadap pertambahan jumlah ruas lada pada berbagai periode tumbuh

Perlakuan media	Umur (HST)		
	0-28	28-56	56-84
Mesofauna 1 + netral (pH6,6)	1,33b	2,67ab	3,78b
Mesofauna 1 + masam (pH4,5)	2,78a	3,44a	5,44a
Mesofauna 1 + agak masam (pH5,6)	1,55b	3,11ab	4,22ab
Mesofauna 2 + netral (pH5,6)	1,44b	2,67ab	4,22ab
Mesofauna 2 + masam (pH5,6)	2,11ab	3,00ab	5,33a
Mesofauna 2 + agak masam (pH5,6)	1,67b	2,44b	4,11ab

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang samatidak berbeda nyata pada uji taraf kepercayaan 95%.

Tabel 9. Pengaruh Mandiri Kemasaman media tanah terhadap Pertambahan Tinggi, Jumlah Daun dan Jumlah Ruas Bibit Lada pada Berbagai Periode Tumbuh

Perlakuan	Pertambahan Tinggi (cm)			Pertambahan Daun (helai)			Pertambahan Ruas (buah)		
	0 -28	28 -56	56 -84	0 -28	28 -56	56 -84	0 -28	28 -56	56 -84
Netral (pH 6,6)	8,33b	10,45c	17,78b	3,67b	5,50	6,89ab	1,39b	2,67	4,00b
masam (pH 4,5)	10,11a	12,19a	28,34a	4,62a	6,50	8,22a	2,45a	3,22	5,39a
Agak masam (pH 5,6)	8,50b	11,13b	22,15 ab	3,47b	5,61	6,68b	1,61b	2,78	4,17b

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada uji pada taraf kepercayaan 95%.

Tabel 10. Indeks Keragaman mesofauna hasil pengujian toleransi kemasaman

Perlakuan	H'	Dmg	E	Bobot tanah (gr)	Keterangan Indeks
Mesofauna 1 +netral pH 6,6	0,839269	0,679246	0,76393	273,80	Rendah
Mesofauna 1 + masam pH 4,5	1,007193	0,593948	0,91678	282,30	Rendah
Mesofauna 1 + agak masam pH 5,6	0,974314	0,629316	0,88685	293,70	Rendah
Mesofauna 2 + netral pH 6,6	0,942675	0,679247	0,85806	310,80	Rendah
Mesofauna 2 + masam pH 4,5	0,936888	0,606826	0,85279	253,15	Rendah
Mesofauna 2 + agak masam pH 5,6	0,8392696	0,679246	0,76393	273,80	Rendah

Keterangan : H' =Indeks keanekaragaman mesofauna tanah (Shanon –Wiener); Dmg = Indeks kekayaan jenis mesofauna tanah (indeks Margalaf); E = Kemerataan jenis mesofauna tanah; Mesofauna 1 = Collembola, Acarina berasal dari contoh tanah lokasi Petaling); Mesofauna 2 = Collembola, Acarina berasal dari contoh tanah lokasi Bukit Terap.

Berdasarkan pengujian toleransi mesofauna yang telah dilakukan didapatkan jenis mesofauna tanah yang selalu terisolasi dari semua sampel uji perlakuan. Mesofauna (Collembola dan Acarina) yang ditemukan berasal dari famili Isotomidae, Hypogastruridae, Neanuridae. Berdasarkan pengamatan, jenis mesofauna dari golongan Acari lebih dominan daripada Collembola. Hasil perhitungan indeks keragaman dan kelimpahan mesofauna pada pengujian kemasaman diperoleh bahwa semua perlakuan kemasaman menunjukkan indeks keragaman rendah (Tabel 10).

4. Pembahasan

Terdapat keanekaragaman habitat sehubungan pH pada jenis mesofauna tanah (Erniyani *et al.* 2010). Fauna tanah dapat digolongkan sebagai asidofil (hidup pada pH tanah masam), kalsinofil (hidup pada pH tanah basa) dan indifferen (hidup pada pH tanah masam maupun basa). Diduga mesofauna yang teridentifikasi pada penelitian ini adalah indifferen. Penelitian Mukti *et al.* (2004), menginformasikan nilai pH sangat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan mesofauna tanah. Terdapat korelasi negatif antara pH dengan indeks keragaman. Mesofauna tanah dari jenis collembola dan Acari dominan berada pada areal penelitian yang bersifat masam (pH 4,5-5,5). Gillet & Ponge

(2004), melaporkan kemampuan berkoloni collembola toleran asam pada pH 4,4 pada tanah tercemar polutan. Famili Isotomidae species *Isotomid folsomia quadriculata* merupakan salah satu dari 23 spesies yang berkolonisasi pada tanah tercemar. Hasil penelitian Santi *et al.* (2018), menunjukkan terdapat hubungan yang erat antara karakteristik tanah kemasaman tanah (nilai pH), suhu tanah dan kelembaban tanah terhadap indeks kelimpahan mesofauna tanah.

Peranan mesofauna pada kondisi tanah masam (pH 4,5-5,5) lebih baik dibandingkan dengan kondisi tanah netral maupun agak masam. Adanya aktivitas mesofauna ditunjukkan dengan lebih besarnya porositas setelah percobaan dibanding dengan sebelum percobaan (Tabel 5). Selain itu terjadi peningkatan kesuburan tanah dengan pemberian mesofauna pada tingkat kemasaman tanah, komponen sifat kimianya antara lain P, K dan pH tanah (Tabel 4). Jika dilihat dari keragaan tanaman lada di pembibitan dengan pemberian mesofauna dan beberapa tingkat kemasaman tanah, dan data yang diperoleh bahwa pada mesofauna Bukit Terap lebih toleran terhadap tingkat kemasaman tanah. Hal tersebut ditunjukkan oleh pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun dan ruas yang sama (Tabel 6, 7, 8, dan 9).

Hasil penelitian menunjukkan pemberian mesofauna mampu meningkatkan pertumbuhan

tanaman lada di pembibitan dengan pemberian mesofauna dari kedua daerah Bangka Induk dan Bangka Selatan pada kondisi lahan masam (pH 4,5-5,5). Berdasarkan hasil analisa kimia tanah mesofauna mampu memperbaiki kesuburan tanah ditunjukkan dengan ada peningkatan sifat kimia tanah yaitu kadar P, K, pH tanah dan kandungan bahan organik tanah. Terdapat hubungan erat antara peningkatan kelimpahan mesofauna dengan kandungan C-organik di dalam tanah pada areal pertanaman lada. Meningkatnya kelimpahan mesofauna tanah diikuti dengan peningkatan kandungan C-organik di dalam tanah. Kelimpahan mesofauna Petaling dengan ditemukan 57 individu mesofauna tanah lebih banyak dari lokasi lainnya. Area pertanaman lada didominasi oleh collembola famili Entomobryidae dengan jumlah individu 26 individu dengan kepadatan relatif 45,6% (Santi *et al.* 2018). Selain pH, kehidupan mesofauna juga berhubungan dengan kandungan air tanah, porositas tanah, suhu tanah dan keberadaan hara makro seperti N, P, K dalam tanah. Manu *et al.* (2016), menginformasikan tungau (Acari) sebagian kelompok invertebrata yang paling melimpah di dalam tanah dan peka terhadap pH, unsur hara N dan carbon, bahan organik, suhu dan kadar air tanah.

Secara umum aktivitas mesofauna akan berhubungan erat dengan kandungan bahan organik tanah. Tarumingkeng (2000) dan Rahmawati (2000) menyatakan kelompok aktivitas mesofauna Acari akan menambah kandungan bahan organik di dalam tanah. Hasil analisis tanah pada penelitian ini menunjukkan perlakuan mesofauna belum mampu memperbaiki penambahan kandungan bahan organik di dalam tanah. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Wulandari *et al.* (2007), terjadi kenaikan laju dekomposisi bahan organik tanaman maka akan diikuti penurunan indeks keanekaragaman mesofauna dan makrofauna tanah, dan sebaliknya apabila laju dekomposisi bahan organik tanaman mengalami penurunan maka pada indeks keanekaragaman mesofauna dan makrofauna tanah akan mengalami kenaikan.

Rendahnya populasi mesofauna berhubungan dengan rendahnya aktivitas mesofauna sebagai pendegradator bahan organik. Terdapat hubungan yang erat antara ketersediaan bahan organik dengan peningkatan aktivitas mikrofauna tanah (Wulandari *et al.* 2007; Hilman & Handayani 2013). Populasi mesofauna tanah dan aktivitas mesofauna sangat dipengaruhi oleh ketersediaan bahan organik dalam lingkungan mereka (Ananda *et al.* 2017). Penambahan bahan organik berupa pupuk kandang dan serasah sisa tanaman pada penelitian di lapangan bertujuan untuk sebagai sumber energi

awal mikroba dan menambah kelembaban tanah yang diperlukan oleh mesofauna.

Keberadaan biota tanah sangat berperan dalam proses dekomposisi, aliran karbon, siklus unsur hara dan perbaikan agregat tanah (Saraswati *et al.* 2007; Erniyani *et al.* 2010). Menurut Hilman & Handayani (2013), ketersediaan energi dan hara bagi mesofauna tanah akan meningkatkan perkembangan dan aktivitas mesofauna tanah dan akan berdampak positif bagi kesuburan tanah. Struktur yang kompleks dari tanah, komponen biotik dan abiotik mempengaruhi pengontrolan degradasi bahan organik dan proses siklus hara. Coulibalya *et al.* (2017), mesofauna berperan dalam mineralisasi N dan respirasi tanah, pelepasan bahan organik tanah dan berpengaruh terhadap perkembangan tanaman.

Penentuan populasi perlakuan dilakukan berdasarkan jumlah populasi awal survey dan sesudah empat minggu masa inkubasi. Keberadaan dan kepadatan populasi suatu jenis fauna tanah sangat ditentukan oleh faktor habitat lingkungan tempat tumbuhnya. Ketersediaan bahan organik dan kelembaban udara merupakan faktor pembatas utama perkembangan mesofauna di dalam ekosistem tanah (Rahmawati 2004). Rendahnya indeks keragaman mesofauna pada penelitian ini juga diduga disebabkan adanya fluktuasi suhu tanah. Terjadi penurunan keanekaragaman mesofauna tanah seiring dengan meningkatnya suhu tanah. Setiap jenis mesofauna mempunyai kondisi suhu optimum tertentu untuk pertumbuhannya. Suhu tanah pada penelitian ini adalah minimum 26°C dan maksimum 28°C. Jenis mesofauna Collembola *Isotoma klovsta* dapat berkembang baik pada suhu optimum 30°C tanah (Mukti *et al.* 2004). Selain suhu rendahnya kandungan unsur mineral dapat mempengaruhi populasi kelimpahan mesofauna. Hasil penelitian (Andri *et al.* 2016) struktur komunitas mesofauna di dalam Gua Groda menunjukkan semakin banyak kadar N,P,K tanah, maka semakin sedikit mesofauna dan makrofauna tanah yang ditemukan.

Berdasarkan hasil identifikasi jenis mesofauna (Collembola dan Acarina) yang ditemukan setelah 4 minggu masa inkubasi berasal dari famili Hypogastruridae, Neanuridae, Entomobryidae dan Sminthuridae. Jenis mesofauna dari golongan Collembola lebih dominan daripada Acarina. Hasil perhitungan indeks keragaman mesofauna diperoleh bahwa semua perlakuan kemasaman menunjukkan indeks keragaman rendah.

5. Kesimpulan

Berdasarkan toleransi terhadap pH mesofauna yang teridentifikasi pada penelitian ini adalah

golongan indifferen yang hidup pada kondisi pH asam dan basa. Mesofauna yang ditemukan adalah jenis Acari dan Collembola dari famili Neanuridae, Isotomidae, Hypogastruridae, Entomobryidae, Sminthuridae, Mesotigmata. Pemberian mesofauna mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman lada di pembibitan pada kondisi lahan masam. Mesofauna mampu memperbaiki kesuburan tanah ditunjukkan dengan ada peningkatan sifat kimia tanah yaitu kandungan C-Organik, kadar P, K, pH tanah, namun untuk hara nitrogen belum menunjukkan adanya perubahan. Berdasarkan respon pertumbuhan bibit lada menunjukkan adanya perbaikan kadar unsur makro, aerasi dan struktur tanah dengan adanya aktivitas mesofauna. Populasi mesofauna yang optimal bagi pertumbuhan lada perlu menjadi kajian dalam pemanfaatan fauna tanah untuk memperbaiki kesuburan tanah.

6. Daftar Pustaka

- Ananda R, Sabrina T, Sarifuddin. 2017. Dinamika Populasi Mesofauna Tanah Akibat Pemberian Beberapa Jenis dan Cara Aplikasi Bahan Organik Pada Piringan Kelapa Sawit. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU* 23: 178- 184.
- Anwar EA, Ginting RCB. 2013. Mengenal Fauna Tanah dan Cara Identifikasinya. Badan penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. Bogor : IAARD Press.
- Andri P, Rohmah UY, Winarti R, Darwati CK, Afar SA. 2016. Struktur Komunitas Mesofauna Dan Makrofauna Di Gua Groda, Gunung Kidul. *Jurnal Sains Dasar* 5(2) : 133-139.
- Coulibalya SFM, Coudraina BD, Mickael H, Brunet N, Maryc B, Recousd S, Chauvata M. 2017. Effect Of Different Crop Management Practices On Soil Collembola Assemblages: A 4-year follow-up. *Soil Ecology* 119 : 354-366.
- Culliney TW. 2013. Role Of Arthropods In Maintaining Soil Fertility. *Journal Agriculture* 3(1): 629 – 659.
- Erniyani K, Wahyuni S dan Pu'u MSW. 2010. Struktur Komunitas Mesofauna Tanah Perombak Bahan Organik Pada Vegetasi Kopi Dan Kakao. *Jurnal Agrica* 1(1): 1-8.
- Eviati, Sulaeman. 2009. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk, Petunjuk Teknis. Bogor : Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Balai Penelitian Tanah.
- Gillet S, Ponge JF. 2004. Are Acid Tolerant Collembola Communities Able To Colonise Metal Polluted Soil. *Journal Applied Soil Ecology* 26(3): 219-231.
- Hilman I, Handayani EP. 2013. Keanekaragaman Mesofauna Dan Makrofauna Tanah Pada Areal Bekas Tambang Timah Di Kabupaten Belitung Propinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Silvikultur Tropika* 4(1): 35–41.
- Ibrahim H, Hudha AM dan Rahardjanto A. 2014. Keanekaragaman Mesofauna Tanah Daerah Pertanian Apel Desa Tulungrejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu Sebagai Bioindikator Kesuburan Tanah. *Prosiding Seminar Nasional XI Pendidikan Biologi* 11(1):581-587.
- Magurran AE. 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. London : Cambridge (UK) University Press.
- Menta C. 2012. Soil Fauna Diversity, Fuction, Soil Degradation, Biological Indices, Soil Restoration. Science, Technology And Medicine Open Access Publisher. <http://www.intechopen.com/books/biodiversity-conservation-and-utilization-in-a-diverse-world/soil-fauna-diversity-function-soil-degradation-biological-indices-soil-restoration>. [13 Desember 2015].
- Mukti C, Sugiyarto, Mahajoen E. 2004. Keanekaragaman Mesofauna dan Makrofauna pada berbagai Tanaman Sela di Hutan Sengon *Paraserianthes falcataria* (L) nielsen) RPH Jatirejo Kediri. *Jurnal Biosmart* 6 (1): 57-64.
- Manu M, Iordache V, Bancila RI, Bodescu F, Onete M. 2016. The Influence Of Environmental Variables On Soil Mite Communities (Acari ; Mesotigmata) From Overgrazed Grassland Ecosystems. *Journal of Zoology* 83(1): 89-97
- Rahmawati. 2004. Studi Keanekaragaman Mesofauna Tanah Di Kawasan Hutan Wisata Alam Sibolangit (Desa Sibolangit, Kecamatan Sibolangit, Kabupaten Daerah Tingkat II Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara). <http://library.usu.ac.id/download/fp/hutan-rahmawaty12.pdf>. [4 Januari 2016].
- Santi R, Aini SN, Darmawan N. 2018. Growth and production of melon plant (*Cucumis melo* L) in ultisol soil with addition of liquid organic fertilizer (LOF) pineapple peel. *Agrosainstek: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*. 2(1): 31-39. DOI: 10.33019/agrosainstek.v2i1.21.
- Santi R, Pratama D, Kusniadi R, Robiansyah. 2018. Diversity Relation Between Soil Mesofauna and C-organic Content in Pepper Plantation Area, Petaling, Bangka Belitung Islands. *International Conference on Maritime and Archipelago (ICoMA 2018)*. *Advances in Engineering Research* 167: 220-225.
- Saraswati R, Husen E, Simanungkalit RDM. 2007. Metode Analisis Biologi Tanah. Bogor : Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Balai Penelitian Tanah.

- Suharjono YR, Deharveng L dan Bedos A. 2012. Collembola (Ekor Pegas). Bogor : Penerbit Vegamedia.
- Tarumingkeng RC. 2000. Biologi dan Pengenalan Rayap Perusak Kayu di Indonesia. Bogor: Laporan Lembaga Penelitian Hasil (LPHH) No. 133.
- Wulandari S, Sugiyarto, Wiryanto. 2007. Pengaruh Keanekaragaman Mesofauna Dan Makrofauna Tanah Terhadap Dekomposisi Bahan Organik Tanaman Di Bawah Tegakan Sengon (*Paraserianthes falcataria*). *Jurnal Bioteknologi* 4(1): 20-27.



AGROSAINSTEK

Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian

Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>

Artikel Penelitian

Aplikasi Bokashi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dan Fungi Mikoriza Arbuskula untuk Perbaikan Sifat Fisika Tanah Pasca Galian C dan Hasil Tanaman Cabai (*Capsicum frutescens* L.)

Application of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) Bokashi and Arbuscular Mycorrhizal Fungi to Improve Soil Physical Properties of Post-Mine Sandpits and Yield of Chili (*Capsicum frutescens* L.)

Cecep Hidayat^{1*}, Asep Supriadin², Fanyana Huwaida'a¹, Yati Setiati Rachmawati¹

¹Prodi Agroteknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Jl. A.H. Nasution 105, Bandung 40614

²Prodi Kimia UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Jl. A.H. Nasution 105, Bandung 40614

Diterima: 10 Maret 2020/Disetujui: 04 September 2020

ABSTRACT

Post-mine sandpits with low physical, chemical, and biological properties glance to be used as an alternative to vegetable cultivation but require input technology in organic matter and application of FMA. The Research aimed to know the effect of AMF and water hyacinth bokashi (*Eichhornia crassipes*) on the improvement of physical soil properties growth and yield of Chili pepper (*Capsicum frutescens* L.) on post-mine sandpits soil. A field-polybag trial had been carried out using a randomized block design two factors with factorial pattern and three replications. The first factor was water hyacinth bokashi dosage (control, 15 t ha⁻¹, 20 t ha⁻¹, and 25 t ha⁻¹). The second factor was AMF dosage (without inoculation, 5 g polybag⁻¹, and 10 g polybag⁻¹). The results showed that application AMF and water hyacinth bokashi improve the soil's physical properties (bulk density, soil porosity, and soil permeability), harvest index, and the wet weight of fruit. The main effect of bokashi occurs on the amount of chlorophyll, as for the root infection degree affected by FMA inoculation. The experiment indicated that application AMF 5 g and water hyacinth bokashi 15 t ha⁻¹ could be used in Chilli pepper cultivation on post-mine sandpits.

Keywords: AMF; Chilli pepper; *Eichhornia crassipes* bokashi; Post-mine sandpits.

ABSTRAK

Tanah galian C yang memiliki sifat fisik, kimia dan biologi tanah kurang baik dilirik untuk digunakan sebagai alternatif budidaya tanaman sayuran, namun perlu mendapat masukan teknologi berupa penambahan bahan organik dan pemanfaatan FMA. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemberian bokashi eceng gondok dan FMA dalam perbaikan sifat fisik tanah hasil tanaman cabai rawit Varietas Dewata. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial 2 faktor. Faktor pertama pemberian bokashi eceng gondok dengan 4 taraf; tanpa pemberian, 15 t ha⁻¹, 20 t ha⁻¹ dan 25 t ha⁻¹. Faktor kedua pemberian FMA campuran sebanyak 3 taraf; tanpa pemberian, 5 g polybag⁻¹ dan 10 g polybag⁻¹. Parameter yang diamati adalah bobot isi, porositas tanah, permeabilitas tanah, derajat infeksi, indeks panen, dan bobot basah buah. Hasil penelitian menunjukkan aplikasi bokashi dan FMA memperbaiki sifat fisik tanah (bobot isi, porositas tanah dan permeabilitas tanah), indeks panen, dan bobot basah buah. Pengaruh mandiri aplikasi bokashi terjadi pada jumlah klorofil, adapun terhadap derajat infeksi yang berpengaruh inokulasi FMA. Aplikasi bokashi eceng gondok 15 t ha⁻¹ dan FMA 5 g dapat digunakan pada budidaya tanaman cabai pada tanah galian C.

Kata kunci: Bokashi *Eichhornia crassipes*; Cabai; FMA; Tanah pasca galian C.

*Korespondensi Penulis.

E-mail : cephidayat62@uinsgd.ac.id (C. Hidayat)

DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v4i2.124>

1. Pendahuluan

Bahan tambang berupa kerikil dan pasir atau dikenal sebagai bahan galian C dieksploitasi untuk keperluan bahan bangunan dan sekaligus merupakan sumber pendapatan ahli daerah. Oleh karena itu banyak ditemukan aktivitas penambangan galian C di wilayah Jawa Barat yang menyisakan rona lahan berupa lubang-lubang besar yang menimbulkan kerusakan ekosistem dan rawan erosi. Pada sisi lain terdapat Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 76 tahun 2008 tentang rehabilitasi dan reklamasi hutan, mengharuskan kegiatan revegetasi pada lahan pasca tambang meskipun kegiatan pertambangan masih berlangsung. Hal ini dapat dipandang sebagai peluang sumber lahan pertanian untuk keperluan peningkatan produksi tanaman yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan diperlukan banyak, salah satunya cabai. Namun tanah pasca tambang galian C termasuk kategori tanah marginal yang telah kehilangan solum dan C-organik rendah (Allo, 2016), didominasi pasir (Ramadhan *et al.* 2015) tidak dapat menahan air lama (Ginting *et al.* 2018) dan belum membentuk agregat sehingga peka erosi.

Untuk mengatasi persoalan rendahnya kesuburan fisik, kimia, dan biologi tanah pasca tambang dapat ditempuh dengan aplikasi bahan organik dan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA). Penambahan bahan organik diperlukan untuk meningkatkan kandungan C-organik minimal mencapai 2 %. Bahan organik mampu mengikat partikel tanah, menambah porositas, dan meningkatkan kapasitas menahan air (Nurbaity *et al.* 2013). Kehadiran bahan organik dalam tanah juga menjadi sumber karbon bagi mikroba. Sumber bahan organik dapat berasal dari sisa-sisa tanaman atau tumbuhan yang tumbuhnya tidak dikehendaki, seperti eceng gondok yang menjadi masalah di waduk Saguling (Ridwan & Nursalikah, 2019) sehingga pemanfaatannya bersifat multi fungsi, yaitu sebagai sumber unsur hara tanaman dan pada sisi lain dapat mengatasi persoalan tutupan eceng gondok pada perairan.

FMA merupakan jenis mikroba yang dapat berasosiasi dengan sebagian besar tanaman budidaya dan banyak ditemukan pada rhizosfir (Cardoso & Kuyper, 2006) dengan hifa eksternal 30 meter per gram tanah (Smith & Read, 2008) yang mampu mengikat partikel-partikel tanah sehingga menciptakan tanah lebih stabil. Hidayat *et al.* (2019) menemukan keterlibatan *Glomus* dalam pembentukan agregat makro. Disamping karena panjang, hifa eksternal memiliki ukuran lebih kecil dibanding akar, yaitu 2 μm - 20 μm dan akar 300 μm (Smith & Smith, 2011), sehingga membantu

penyerapan unsur hara *immobile* seperti P yang terdapat dalam jumlah sedikit di dalam tanah.

Apabila aplikasi bahan organik diberikan bersamaan dengan inokulasi FMA diharapkan terjadi pengaruh sinergis secara langsung dari kedua faktor lingkungan tersebut terhadap sifat fisik tanah dan hasil tanaman, seperti ditunjukkan oleh Hidayat *et al.* (2017) yang mendapatkan penurunan bobot isi, penambahan porositas tanah, dan peningkatan hasil jagung manis yang ditanam pada Inseptisol yang diberi FMA dan pupuk kandang. Bahan organik bagi FMA berperan dalam menyediakan sumber makanan yang tidak dapat dibuatnya sendiri, sehingga FMA dapat tumbuh berkembang dan menjalankan fungsi meningkatkan agregasi tanah dan penyerapan unsur P yang terdapat dalam bentuk tidak tersedia menjadi tersedia. FMA membantu proses dekomposisi bahan organik berupa bokhasi sehingga mampu menyediakan hara dan melaksanakan fungsi perbaikan sifat fisik tanah. Bokashi merupakan metode pengomposan yang memiliki waktu dekomposisi lebih cepat dibandingkan dengan kompos (Kusmiyarti, 2013). Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh bokashi eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan FMA terhadap perbaikan sifat tanah pasca galian C dan hasil tanaman cabai (*Capsicum frutescens* L.).

2. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yakni tanah pasca galian C pertambangan batu dan tanah pertambangan pasir di Desa Giri Asih, Kecamatan Batujajar, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat (S 07°25.532', E 108°06.083'), inokulum FMA campuran (*Gigaspora*, *Glomus* dan *Entrophospora*), larutan glukosa 60%, acetone, aquadest, KOH (10%), HCl (2%), tinta tulis biru, EM4, benih cabai rawit hibrida varietas Dewata, bokashi eceng gondok, pupuk urea, TSP, KCl dan air. Adapun alat-alat yang dipakai pada saat penelitian yaitu ring sample, pengayak tanah, polybag berukuran 40 x 50 cm, botol piknometer bervolume 50 ml, botol pembilas 500 ml, mikroskop, timbangan digital, emrat, termohigrometer.

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Ciaro Kecamatan Nagreg Kabupaten Bandung Provinsi Jawa Barat pada ketinggian 750 m dpl (S=702'18, 13207", E= 107054'49,001") dari bulan April sampai dengan September 2019. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan dua faktor dan diulang tiga kali. Faktor pertama pemberian bahan organik eceng gondok dan faktor kedua inokulasi FMA dengan susunan sebagai berikut:

Faktor 1 : pemberian bokashi eceng gondok

b0 : Kontrol (tanpa pemberian Bokashi)

b1 : Bokashi eceng gondok dosis 15 t ha⁻¹ (120 g polybag⁻¹)b2 : Bokashi eceng gondok dosis 20 t ha⁻¹ (160 g polybag⁻¹)b3 : Bokashi eceng gondok dosis 25 t ha⁻¹ (200 g polybag⁻¹)

Dosis bokashi eceng gondok per polibag diperoleh menggunakan rumus:

$$\frac{\text{berat tanah polibag}}{\text{bobot isi} \times \text{berat tanah 1 ha}} \times \text{bokashi 1 ha}$$

Faktor 2 : inokulasi FMA

mo : Kontrol (tanpa pemberian mikoriza)

m1 : 5 g polybag⁻¹ Inokulum FMA.m2 : 10 g polybag⁻¹ Inokulum FMA**Parameter yang diamati :****Parameter Penunjang**

Parameter penunjang yang diamati adalah iklim dan tanah. Data iklim yang diamati berupa suhu dan kelembaban harian. Data tanah berupa sifat fisik, kimia, dan biologi tanah dengan cara mengambil sampel pada kedalaman 0-30 cm menggunakan pola zigzag pada tanah pasca galian C dan tanah untuk budidaya tanaman cabai. Pada lokasi galian C diinventarisasi tumbuhan yang ada. Pada rhizosfir tumbuhan tersebut dilakukan penjarangan spora FMA.

Parameter Utama

- Bobot isi tanah (*Bulk density*) (g cm⁻³) merupakan nisbah antara masa total tanah dalam keadaan kering atau berat kering mutlak (Mtk) dengan volume total tanah atau volume ring (Kurnia *et al.* 2006) .
- Porositas tanah dengan menghitung ruang pori total tanah dengan satuan persen (%) dan rumus (Kurnia *et al.* 2006):

$$\text{Ruang pori total (\%)} = 1 - \left[\frac{\text{Bulk density}}{\text{Particle density}} \right] \times 100\%$$

- Permeabilitas tanah dalam larutan jenuh di laboratorium dengan dasar hukum Darcy (Siregar *et al.* 2013) dalam satuan (cm jam⁻¹):

$$\text{Permeabilitas (K)} = \frac{QL}{AhL} \text{ cm jam}^{-1}$$

Keterangan: Q = Debit air (cm³.jam⁻¹); L = Tebal contoh tanah (cm); hL = Tinggi permukaan air contoh tanah dan tebal tanah (cm); A =Luas permukaan contoh tanah (cm²)

- Derajat Infeksi FMA pada akar tanaman pada saat panen dihitung dengan satuan (%), menggunakan metode *grid line intersect method* (Brundrett *et al.* 1998).

$$\% \text{ Kolonisasi} = \frac{\text{jumlah akar terinfeksi}}{\text{jumlah seluruh akar yang diamati}} \times 100\%$$

- Indeks panen dilakukan pada saat panen dengan cara membagi bobot kering organ panen dengan bobot kering total tanaman.

$$HI = \frac{Y}{W}$$

Keterangan: HI = Harvest Index; Y = Hasil Tanaman (Berat kering); W = Berat kering total tanaman

- Bobot buah segar (Cardoso & Kuyper, 2006) (g) dilakukan pada saat panen dengan menimbang buah basah per tanaman menggunakan timbangan digital.

Parameter yang diamati dianalisis dengan Analisis varians pada taraf 5 % untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Apabila didapatkan pengaruh perlakuan maka dilanjutkan dengan uji lanjut jarak berganda Duncan pada taraf 5 %.

Penelitian diawali dengan pengambilan tanah galian C kedalaman 0-20 cm dari Desa Giri Asih, Kecamatan Batujajar, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat. Sampel tanah dianalisis kandungan bahan organik, P tersedia, P total, tekstur, bobot isi, porositas, dan permeabilitas. Selanjutnya tanah diayak dan dicampurkan dengan bokashi eceng gondok dengan dosis sesuai perlakuan dan dimasukkan kedalam polybag berukuran 30 cm x 40 cm sebanyak 16 kg dua minggu sebelum tanam, diberikan pupuk urea sebanyak 0,536 g polybag⁻¹, TSP sebanyak 0,1216 g polybag⁻¹ dan KCl sebanyak 0,4256 g polybag⁻¹ (Setiawati *et al.* 2007). Aplikasi FMA dilakukan bersamaan dengan penanaman bibit tanaman cabai dengan dosis sesuai perlakuan. Inokulum FMA ditempatkan 5 cm di bawah bibit. Pemeliharaan tanaman cabai yang dilakukan meliputi penyiraman, penyulaman, penyiangan, pemupukan susulan serta pengendalian hama penyakit tanaman. Penyiraman dilakukan sebanyak 2 kali dalam sehari, volume air ditentukan berdasarkan perhitungan kapasitas lapang (1,2 l polybag⁻¹), apabila hujan maka dilakukan sesuai kondisi. Penyulaman dilakukan ketika tanaman berumur 1 Minggu Setelah Tanam (MST), dengan tujuan untuk mengganti tanaman yang mati atau berkualitas rendah. Penyiangan dilakukan ketika gulma mulai tumbuh disekitar tanaman budidaya. Gulma yang

ditemukan dicabut dan dibuang agar tidak terjadi kompetisi hara. Pemupukan susulan dilakukan pada umur 3 MST dan 7 MST masing masing diberikan sebanyak 30% dosis rekomendasi yaitu urea sebanyak 0,402 g polybag⁻¹, TSP sebanyak 0,0912 g polybag⁻¹ dan KCl sebanyak 0,3192 g polybag⁻¹. Selanjutnya untuk pengendalian hama penyakit dilakukan dengan cara mekanik. Pemanenan cabai dilakukan pada umur 11 MST dengan cara memetik buah yang sudah matang 75%, dicirikan dengan warna buah yang sudah berwarna jingga hingga merah.

3. Hasil

Iklim, Tanah dan Inventarisasi Spora Indigenus

Suhu dan kelembaban lokasi penelitian masing-masing berkisar antara 25 °C-26 °C dan 67 %- 70 %. Hasil analisis tanah yang berasal dari lokasi lahan pasca galian C Kabupaten Bandung Barat menunjukkan bahwa tanah pasca galian C didominasi oleh tekstur pasir (61 %), pH 7,9 tergolong alkalis, Ca 25,40 ppm dan Mg 9,83 ppm termasuk kategori tinggi. Dilihat dari kandungan C (0,86 %) sangat rendah dan bahan organik 1,49 (rendah). Kemarginalan tanah terlihat pula dari kandungan N (0,05 %) sangat rendah dan P tersedia 14 ppm (rendah), sehingga input teknologi untuk meningkatkan ketersediaan kedua unsur ini diperlukan. Hanya unsur K 0,29 % yang masuk kategori mendekati sedang, namun tetap memerlukan masukan unsur tersebut dari luar. Hasil analisis P total (135,69 ppm) yang sangat tinggi menunjukkan keberadaan P terikat yang berfungsi sebagai sumber P yang perlu dimanfaatkan untuk menunjang keberhasilan pertumbuhan tanaman, tentu dengan upaya pengubahan bentuk P total menjadi P tersedia melalui bantuan mikroba tanah.

Parameter lain yang diamati pada tanah pasca galian C adalah keberadaan mikroba, dalam hal ini FMA yang dilihat berdasarkan jumlah spora. Berdasarkan jumlah spora pada zona rhizosfir ditemukan spora (per 100 g tanah) terbanyak pada tumbuhan *Cynedrella nodiflora* dengan jumlah 14 spora, *Tithonia diversifolia* dengan jumlah 9, dan *Impatiens balsamina* dengan jumlah 8 spora. Dibawah ketiga gulma tersebut didapatkan *Eulisine indica*, *Crassocephalum crepidoides*, dan *Graptophyllum pictum* masing-masing dengan jumlah spora 2. Pada *Amaranthus spinococcus* dan *Polygala paniculata* ditemukan masing-masing 1 spora. Ditemukan juga gulma yang tidak memiliki spora yaitu *Mimosa pudica*, *Pennisetum*, *Physalis peruviana*, *Sonchus arvensis*, *Bidens pilosa* L.

Bobot Isi Tanah (BI)

Hasil analisis varians aplikasi bokashi eceng gondok dan FMA terhadap parameter yang diamati disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis varians rancangan acak kelompok.

No	Pengamatan	Rata-rata	Fhitung	KV (%)
1	Bobot Isi Tanah	0,70	2,718*	13,23
2	Porositas Tanah	71,36	7,31**	5,98
3	Permeabilitas	1,47	7,16**	27,57
4	Derajat Infeksi	17,06	2,98*	26,05
5	Indeks panen	0,57	3,38*	11,97
6	Bobot Buah Segar	43,76	2,59*	20,72

Keterangan: *Berbeda nyata; **sangat berbeda nyata

Nilai bobot isi tanah (BI) galian C yang digunakan berada dibawah satu. Terdapat penurunan BI akibat pemberian bokashi eceng gondok dan FMA dari 0,95 menjadi berada 0,61 sampai 0,73. Pemberian bokashi eceng gondok dan FMA dapat menurunkan nilai BI tanah, namun tidak berbeda nyata pada penambahan dosisnya (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh bokashi eceng gondok dan FMA terhadap bobot isi tanah pasca galian C

Perlakuan	Bobot Isi Tanah (g.cm ⁻³)			
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃
m ₀	0,95 b B	0,65 a A	0,69 a A	0,61 a A
m ₁	0,70 a A	0,70 a A	0,68 a A	0,67 a A
m ₂	0,68 a A	0,71 a A	0,73 a A	0,69 a A

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama (huruf kecil arah vertikal dan huruf besar arah horizontal) menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%. m= FMA; b=bokashi.

Porositas Tanah

Inokulasi FMA disertai pemberian bokashi eceng gondok meningkatkan persentase porositas tanah pasca galian C. Penambahan dosis bokashi eceng gondok pada tanaman tanpa FMA dan yang diberi FMA tidak menunjukkan peningkatan persentase porositas tanah. Demikian juga dengan penambahan dosis FMA tidak meningkatkan persentase porositas tanah. Peningkatan persentase porositas tanah ditunjukkan oleh inokulasi FMA 5 g polibag⁻¹ dan 10 g polibag⁻¹ tanpa pemberian bokashi eceng gondok (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh bokashi eceng gondok dan FMA terhadap porositas tanah pasca galian C

Perlakuan	Porositas Tanah (%)			
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃
m ₀	52,29 a A	75,08 a B	73,62 a B	74,96 a B
m ₁	72,17 b A	73,89 a A	72,14 a A	73,05 a A
m ₂	73,20 b A	71,28 a A	70,29 a A	73,62 a A

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama (huruf kecil arah vertikal dan huruf besar arah horizontal) menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%. m=FMA; b=bokashi.

Permeabilitas

Inokulasi FMA disertai pemberian bokhaski eceng gondok meningkatkan permeabilitas tanah pasca galian C. Penambahan dosis bokhaski eceng gondok pada tanaman yang tidak diinokulasi FMA berpengaruh tidak nyata. Inokulasi FMA 5 g polibag⁻¹ yang diberikan bersamaan dengan bokhaski eceng gondok 20 t ha⁻¹ menghasilkan nilai permeabilitas terbesar (Tabel 4).

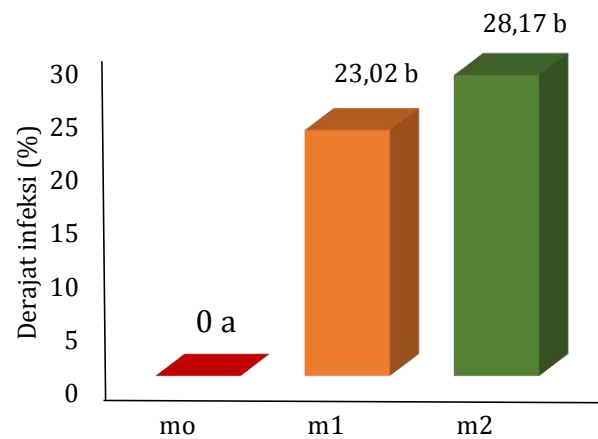
Tabel 4. Pengaruh bokashi eceng gondok dan FMA terhadap permeabilitas tanah pasca galian C

Perlakuan	Permeabilitas (cm jam ⁻¹)			
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃
m ₀	0,42 a A	1,56 a B	1,35 a B	1,43 a B
m ₁	0,99 a A	1,39 a A	3,22 b B	1,48 a A
m ₂	1,07 a A	2,31 b B	1,51 a A	0,97 a A

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama (huruf kecil arah vertikal dan huruf besar arah horizontal) menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%. m=FMA; b=bokashi.

Derajat Infeksi

Inokulasi FMA dan pemberian bokhaski eceng gondok berpengaruh mandiri terhadap derajat infeksi akar dengan CV 26,05% (Tabel 1). Inokulasi FMA 5 g polibag⁻¹ (m₁) dan 10 g polibag⁻¹ (m₂) meningkatkan derajat infeksi akar dibandingkan tanpa inokulasi FMA (Gambar 1). Pemberian bokhaski eceng gondok meningkatkan derajat infeksi, namun tidak nyata seiring dengan penambahan dosis dan nilainya berada di bawah nilai derajat infeksi akibat inokulasi FMA.



Gambar 1. Persentase nilai derajat infeksi akar pada akar cabai rawit.

Indeks Panen

Aplikasi bokhaski eceng gondok dan FMA meningkatkan Indeks Panen secara nyata. Indeks panen paling tinggi ditunjukkan oleh kombinasi tanaman cabai yang diinokulasi FMA 10 g polibag⁻¹ disertai pemberian bokhaski eceng gondok 15 t ha⁻¹ (Tabel 5).

Tabel 5. Pengaruh bokashi eceng gondok terhadap indeks panen tanaman cabai varietas dewata

Perlakuan Mikoriza	Indeks Panen			
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃
m ₀	0,39 a A	0,50 a AB	0,56 a B	0,61 a B
m ₁	0,52 b A	0,60 a A	0,59 a A	0,58 a A
m ₂	0,55 b A	0,75 b B	0,62 a A	0,54 a A

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama (huruf kecil arah vertikal dan huruf besar arah horizontal) menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%. m=FMA; b=bokashi.

Bobot Buah Segar

Inokulasi FMA dan bokhaski eceng gondok berhasil meningkatkan bobot buah segar cabai varietas Dewata secara nyata. Peningkatan dosis bokhaski eceng gondok tanpa inokulasi FMA meningkatkan bobot buah basah secara nyata, namun pemberian bokhaski eceng gondok pada inokulasi FMA 5 g dan 10 g menghasilkan bobot buah basah paling tinggi sampai dosis 15 t ha⁻¹ (Tabel 6).

Tabel 6 Pengaruh bokashi eceng gondok dan FMA terhadap bobot buah segar tanaman cabai varietas dewata.

Perlakuan Mikoriza	Bobot buah basah (g)			
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃
m ₀	15,67 a A	41,10 a B	47,33 a B	52,60 b B
m ₁	28,60 a A	55,47 a B	51,37 a B	35,83 a A
m ₂	28,97 a A	56,40 a B	47,50 a B	54,27 b B

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama (huruf kecil arah vertikal dan huruf besar arah horizontal) menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%. m=FMA; b=bokashi.

4. Pembahasan

Kisaran nilai BI (Tabel 2) yang diperoleh berada pada kisaran nilai bobot isi pada lahan pertanian sayuran antara 0,60 g cm⁻³ sampai 0,90 g cm⁻³ (Haryati, 2014), yang menunjukkan tanah porus. Bahkan Hidayat *et al.* (2017) mendapatkan penambahan pori pada inceptisol yang mengandung liat tinggi (81%) dan bahan organik rendah (C= 1,92).

Suryani *et al.* (2015) menyatakan bahwa pemberian bahan organik ke dalam tanah akan meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah sebagai pengurai bahan organik yang akan membentuk struktur yang remah dan membuat pori-pori di dalam tanah lebih banyak dan gembur sehingga bobot isi menjadi rendah. Sedangkan menurut Hidayat *et al.* (2017) FMA melalui hifa eksternal membantu tanah lebih gembur dengan memperbaiki struktur tanah. Ada pun Ali *et al.* (2019) berpendapat BI dipengaruhi oleh bahan organik dan mikroorganisme. Bobot Isi menurun dengan penambahan bahan organik dan mikroba karena gaya berat yang rendah dari bahan organik dan peran dari produk organik yang meningkatkan stabilitas agregat sehingga volume tanah bertambah secara nyata dan konsekuensinya bobot isi menurun.

Peningkatan persentase porositas tanah (Tabel 3) akibat aplikasi FMA dan bokhasi eceng gondok terjadi karena keduanya terlibat dalam pembentukan agregat tanah. Bahan organik berperan dalam merekatkan partikel tanah sejak dari pembentukan agregat mikro. Ada pun FMA terlibat dalam pembentukan agregat mikro menjadi agregat makro (Hidayat *et al.* 2019). Dengan terbentuknya agregat tanah, maka akan meningkatkan pori-pori tanah. Bahan organik merupakan sumber karbon yang diperlukan oleh

FMA. Dengan pasokan karbon memadai membantu FMA dalam memperbanyak miselia yang berfungsi sebagai perekat butiran-butiran tanah menjadi agregat-agregat sehingga terbentuk pori-pori yang dapat menyimpan air dan mengalirkan udara (Putinella, 2011).

Pada parameter permeabilitas tanah galian C aplikasi FMA dan bokhasi eceng gondok meningkatkan nilai parameter tersebut (Tabel 4). Hal ini sejalan dengan penurunan BI (Tabel 1) dan peningkatan persentase porositas (Tabel 3). Menurut Zulkoni (2014), pemberian bahan organik berpengaruh terhadap pengikatan partikel-partikel tanah menjadi agregat tanah sehingga terbentuk pori-pori yang menjadi jalan air untuk masuk ke dalam tubuh tanah. Demikian juga dengan FMA yang terlibat dalam proses pembentukan agregat yang akan mempengaruhi pori-pori yang terbentuk. Sehingga aplikasi bokhasi eceng gondok dan FMA secara bersamaan akan meningkatkan persentase porositas yang akhirnya memperbesar permeabilitas tanah.

Adanya akar yang terinfeksi FMA yang diukur sebagai derajat infeksi akar menandakan inokulum FMA yang digunakan infeksi. FMA sendiri diketahui mampu berasosiasi dengan sebagian besar tanaman budidaya. Ada pun tingkat ketergantungan tanaman terhadap FMA berbeda-beda. Muzakkir *et al.* (2010) menyebutkan tingkat infeksi FMA pada akar tanaman bergantung pada kompatibilitas antara jamur dan tanaman. Menurut Jamilah *et al.* (2016) Glomus dan Gigaspora mampu bersimbiosis dengan akar tanaman cabai. Kedua genus FMA tersebut terdapat dalam inokulum yang digunakan. Bukti penelitian FMA menginfeksi tanaman cabai ditunjukkan oleh Probosari (2011), yang menemukan derajat infeksi akar di atas 35 % pada tanaman cabai yang ditanam pada tanah masam dan 53,33 % yang dibudidayakan pada tanah bekas tambang emas (Bernada *et al.* 2016). Pada penelitian ini terdapat faktor lingkungan yang mendukung proses infeksi akar yaitu kandungan P tersedia tanah yang rendah, namun pH tanah galian C alkalis kurang sesuai untuk proses infeksi akar yang menghendaki pH optimal 3,9 – 5,9 (Padri *et al.* 2015). Faktor lain yang menentukan nilai derajat infeksi akar adalah jumlah spora (Hidayat *et al.* 2018). Dari aspek FMA didapatkan jumlah spora sebanyak 150 dalam 25 g inokulum FMA. Jumlah ini terbilang kecil sehingga mengakibatkan derajat infeksi akar termasuk kategori sedang.

Aplikasi bokhasi eceng gondok meningkatkan derajat infeksi akar tidak nyata. Bahan organik berperan dalam memasok C yang diperlukan FMA untuk memperpanjang *runner hyphae* agar sampai ke permukaan akar dan melakukan infeksi. Tanah galian C yang digunakan dalam penelitian ini

memiliki kandungan C organik sangat rendah dan bahan organik rendah. Pemberian bokhaski eceng gondok sampai 25 t ha⁻¹ belum mampu meningkatkan ketersediaan C-organik yang diperlukan sebelum hifa eksternal menginfeksi tanaman sehingga menghasilkan nilai derajat infeksi lebih rendah dibandingkan dengan derajat infeksi karena FMA.

Berdasarkan Tabel 4, inokulasi FMA 10 g polibag⁻¹ dan pemberian bokhaski eceng gondok 15 t ha⁻¹ menghasilkan indeks panen tertinggi, yaitu 0,75. Nilai tersebut sedikit diatas indeks panen optimum tanaman cabai yang berkisar 0,57 - 0,74 (Hariyadi *et al.* 2012). Tingginya nilai indeks panen menunjukkan terjadi aliran fotosintat ke organ panen. Partisi fotosintat ini dipengaruhi oleh kehadiran unsur K yang dilakukan oleh FMA dan mineralisasi K dari bokhaski eceng gondok yang melibatkan FMA dalam proses dekomposisinya. Inokulasi FMA dan pemberian bokhaski eceng gondok berhasil memperbaiki sifat fisik tanah galian C, yaitu: bobot isi (Tabel 2), porositas tanah (Tabel 3), permeabilitas tanah (Tabel 4). Dengan adanya penurunan bobot isi tanah lebih porus sehingga sistem perakaran berkembang dengan baik yang akan mempengaruhi penyerapan hara dan air yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman sejak fase vegetatif sampai generatif. Peningkatan nilai permeabilitas tanah memungkinkan air lebih banyak masuk ke dalam tubuh tanah yang akan digunakan oleh tanaman untuk tumbuh.

Selain itu, bokhaski menyediakan unsur hara untuk tanaman, khususnya Kalium yang berperan dalam distribusi fotosintat ke organ panen. Bokhaski sebagai bahan organik menghasilkan aerasi yang sesuai bagi pertumbuhan FMA, sehingga fungi ini dapat berkembang dan membentuk hifa-hifa yang akan meningkatkan serapan hara berasal dari bokhaski eceng gondok.

Peningkatan bobot buah basah (Tabel 6) terkait dengan peningkatan ketersediaan air karena peningkatan porositas tanah (Tabel 3) dan permeabilitas tanah (Tabel 4) akibat inokulasi FMA disertai pemberian bokhaski eceng gondok. Hal ini sejalan dengan penelitian Hariyadi *et al.* (2012) yang memperoleh bobot buah cabai rawit 27 g - 98 g per tanaman dalam 5 kali panen. FMA melalui hifa eksternal juga meningkatkan serapan air dan hara tanaman yang diperlukan dalam proses fotosintesis dan fotosintat yang dihasilkan akan digunakan untuk pembentukan buah (Merdekawati *et al.* 2014). Parameter bobot buah segar berkaitan dengan kandungan air dalam tanah yang dipengaruhi oleh bahan organik dan serapan air oleh tanaman dengan bantuan FMA. Disamping itu, FMA yang menginfeksi tanaman akan

meningkatkan serapan P yang terlibat dalam proses pembentukan buah. Unsur P yang ditingkatkan ketersediannya oleh FMA berasal dari bokhaski eceng gondok dan juga hasil pelepasan P total yang tinggi pada tanah galian C dengan bantuan enzim fosfatase dari FMA.

5. Kesimpulan

Inokulasi FMA disertai pemberian bokhaski eceng gondok memperbaiki sifat fisik tanah pasca galian C yang meliputi bobot isi, porositas, permeabilitas tanah serta indeks panen dan bobot buah basah. Inokulasi FMA 5 g dan bahan bokhaski eceng gondok 15 t ha⁻¹ efektif memperbaiki sifat fisik tanah dan hasil tanaman cabai.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Rektor UIN Sunan Gunung Djati Bandung yang telah memberikan dana tahun 2019 untuk pelaksanaan penelitian dan publikasi ini.

7. Daftar Pustaka

- Ali A, Ghani MI, Ding H, Fan Y, Cheng Z, Iqbal M. 2019. Co-Amended Synergistic Interactions between Arbuscular Mycorrhizal Fungi and the Organic Substrate-Induced Cucumber Yield and Fruit Quality Associated with the Regulation of the AM-Fungal Community Structure under Anthropogenic Cultivated Soil. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(7). <https://doi.org/10.3390/ijms20071539>
- Allo MK. 2016. Kondisi Sifat Fisik dan Kimia Tanah pada Bekas Tambang Nikkel serta Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Trengguli dan Mahoni. *Jurnal Hutan Tropis*, 4(2), 207–217.
- Bernada MA, Ekyastuti W. 2016. Asosiasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dengan Tanaman Budidaya di Areal Bekas Tambang Emas. *Jurnal Hutan Lestari*, 4(3), 322–334.
- Brundrett M, Bougher N, Dell BTG, Malajczuk N. 1998. *Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture*.
- Cardoso IM, Kuyper TW. 2006. Mycorrhizas and Tropical Soil Fertility. *Agriculture, Ecosystem, and Environment*, 116, 72–84.
- Ginting IF, Yusnaini S, Dermiyati D, Rini MV. 2018. Pengaruh inokulasi fungi mikoriza arbuskular dan penambahan bahan organik pada tanah pasca penambangan galian C terhadap pertumbuhan dan serapan hara P tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*, 6(2), 110–118. <https://doi.org/10.23960/jat.v6i2.2603>

- Hariyadi, Mursyid A, Noor S. 2012. Aplikasi takaran guano walet sebagai amelioran dan hasil interval waktu pemberian terhadap pertumbuhan dan hasil cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) pada tanah gambut pedalaman. *Agroscientice*, 19(2), 69–77.
- Haryati U. 2014. Karakteristik Fisik Tanah Kawasan Budidaya Sayuran Dataran Tinggi, Hubungannya dengan Strategi Pengelolaan Lahan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 8(2), 125–138.
- Hidayat C, Arief DH, Sauman J, Nurbaity A. 2019. Microaggregate and Macroaggregate of Andisol Affected by Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Rhizobacteria. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 334(1), 0–5. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/334/1/012025>
- Hidayat C, Setiati Y, Gustini P. 2018. Growth and yield of chili on post-mine sandpits treated by Arbuscular Micorhizal fungi and organic matter. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 434(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/434/1/012110>
- Hidayat C, Rosdiana R, Frasetya B, Hasani S. 2017. Improvement of Physical Properties of Inceptisols and Yield of Sweet Corn Affected by Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Manure Applications. *KnE Life Sciences*, 2(6), 158. <https://doi.org/10.18502/cls.v2i6.1033>
- Jamilah M, Purnomowati, Dwiputranto U. 2016. Pertumbuhan Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) pada Tanah Masam yang Diinokulasi Mikoriza Vesikula Arbuskula (MVA) Campuran dan Pupuk Fosfat. *Biosfera*, 33(1), 37–45. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2016.33.1.347>
- Kurnia U, Agus F, Adimihardja A, Dariah A. 2006. *Sifat Fisik Tanah Dan Metode Analisisnya*.
- Kusmiyarti TB. 2013. Kualitas kompos dari berbagai kombinasi bahan baku limbah organik. *Agrotrop*, 3(1), 83–92.
- Merdekawati A, Linda R, Mukarlina. 2014. Pertumbuhan cabai (*Capsicum annum* L.) dengan pemberian Gigaspora margarita dan bokashi jerami padi pada tanah gambut. *Jurnal Probiont*, 3(3), 63–68.
- Muzakkir M, Husin EF, Agustian A, Syarif A. 2010. Efektifitas berbagai fungi mikoriza arbuskular indigenus terhadap serapan hara P dan pertumbuhan tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). *Jurnal Solum*, 7(2), 137. <https://doi.org/10.25077/js.7.2.137-143.2010>
- Nurbaity A, Hidayat C, Hudaya D, Sauman J. 2013. Mycorrhizal fungi and organic matter affect some physical properties of andisols. *Soil Water Journal*, 2(2), 639–644.
- Padri MH, Burhanuddin, Herawatiningsih R. 2015. Keberadaan fungi mikoriza arbuskula pada jabon putih dilahan gambut. *Jurnal Hutan Lestari*, 3(3), 401–410.
- Probosari RM. 2011. Pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) yang diinokulasi dengan campuran Mikoriza VA di tanah ultisol. *Prosiding Seminar Biologi*, 8(1), 487–492.
- Putinella JA. 2011. Perbaikan sifat fisik tanah regosol dan pertumbuhan tanaman sawi (*Brassicajuncea* L.) akibat pemberian bokashi ela sagu dan pupuk urea. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 7(1), 1–7.
- Ramadhan MF, Hidayat C, Hasani S. 2015. Pengaruh aplikasi ragam bahan organik dan FMA terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai (*Capsicum annum* L.) varietas Landung pada tanah pasca galian C. *J. Agro*, 2(2).
- Ridwan MF, Nursalikhah A. 2019. Eceng gondok penuhi waduk saguling. *Republika*. <https://nasional.republika.co.id/berita/nasional/daerah/ptsodq366/eceng-gondok-penuhi-waduk-saguling>
- Setiawati, Murtiningsih, Sopha, Handayani. 2007. Petunjuk Teknis Budidaya Tanaman Sayuran. *Balai Penelitian Sayuran*, 1–143.
- Siregar NA, Sumono, Munir AP. 2013. Kwala berkala usu melalui uji laboratorium dan lapangan (Permeability Study of Several Soil Types in Kwala Bekala Field Trials USU Through. *J. Rekayasa*, 1(4), 138–143.
- Smith SE, Read DJ. 2008. Mycorrhizal symbiosis. 3rd edition. In *Academic Press*.
- Smith SE, Smith FA. 2011. Roles of Arbuscular Mycorrhizas in Plant Nutrition and Growth: New Paradigms from Cellular to Ecosystem Scales. *Annual Review of Plant Biology*, 62(1), 227–250. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042110-103846>
- Suryani, Nelvia, Anom E. 2015. Sifat fisika tanah dan produksi kedelai (*Glycine max* L. Merrill) di perkebunan kelapa sawit akibat pemberian kompos tandan kosong kelapa sawit. *Jom Faperta*, 2(1), 1–12.
- Zulkoni A. 2014. Upaya peningkatan kadar lengas dan permeabilitas tanah alfisol menggunakan bahan organik dan jamur mikoriza arbuskula sebagai medium tanaman jagung. *Jurnal Agrivet*, 1(18), 6–10.

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Artikel Penelitian****Pengaruh Lama dan Suhu Pengeringan Terhadap Karakteristik Fisikokimia Tepung Beras Merah (*Oryza nivara*)*****Effect of Drying Times and Temperatures on the Physicochemical Characteristics of Red Rice Flour (*Oryza nivara*)*****Merynda Indriyani Syafutri^{1*}, Friska Syaiful¹, Eka Lidiasari¹, Dela Pusvita¹**¹Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan

Diterima: 27 Februari 2020/Disetujui: 04 September 2020

ABSTRACT

Red rice is known to have advantages, i.e. contain fiber and anthocyanin that have functional properties. The potential of red rice needs to be explored more intensively through various studies. One effort to develop brown rice as food is to process it into flour. In the process of flour processing, there are several steps that must be considered to get flour with good physicochemical properties, such as drying and grinding. The purpose of this research was to learn the effect of drying time and temperature on the physicochemical characteristics of red rice flour. Randomized Block Design factorial was used in this research. The treatment factors were drying time (A) and drying temperature (B). Factor A consisted of three levels i.e. 1 hour, 2 hours, and 3 hours, and factor B also consisted of three levels i.e. 50°C, 55°C, and 60°C. The parameters observed in this study were yield, bulk density, water holding capacity, swelling power, solubility, moisture content, and amylose content of red rice flour. The results showed that the drying times and temperatures significantly reduced yield, bulk density, and moisture content, but significantly increased water holding capacity, swelling power, solubility, and amylose content of red rice flour. The moisture content of red rice flour was in accordance with the standards (SNI 3549; 2009).

Keywords: *Drying times; Red rice flour; Temperature.***ABSTRAK**

Beras merah diketahui memiliki kelebihan, yaitu mengandung serat dan antosianin yang bersifat fungsional. Potensi beras merah perlu digali lebih intensif melalui berbagai penelitian. Salah satu upaya pengembangan beras merah sebagai bahan pangan adalah dengan cara mengolahnya menjadi tepung. Terdapat beberapa tahapan yang harus diperhatikan untuk mendapatkan tepung dengan sifat fisikokimia yang baik, seperti pengeringan dan penggilingan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh lama dan suhu pengeringan terhadap karakteristik fisikokimia tepung beras merah. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok faktorial. Faktor penelitian yaitu lama pengeringan (A) dan suhu pengeringan (B). Faktor A terdiri dari tiga taraf yaitu 1 jam, 2 jam, dan 3 jam, dan faktor B juga terdiri dari tiga taraf yaitu 50°C, 55°C, dan 60°C. Parameter yang diamati adalah rendemen, densitas kamba, kapasitas penyerapan air, swelling power, kelarutan, kadar air, dan kadar amilosa tepung beras merah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama dan suhu pengeringan secara signifikan menurunkan rendemen, densitas kamba, dan kadar air, tetapi secara signifikan meningkatkan kapasitas penyerapan air, swelling power, kelarutan, dan kadar amilosa tepung beras merah. Kadar air tepung beras merah yang dihasilkan telah sesuai dengan standar SNI (3549; 2009).

Kata kunci: *Lama pengeringan; Tepung beras merah; Suhu.*

*Korespondensi Penulis.

E-mail : misyafutri@gmail.com (M.I. Syafutri)DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v4i2.103>

1. Pendahuluan

Beras merupakan salah satu komoditas pangan yang menjadi makanan pokok bagi penduduk di Indonesia. Di Indonesia, terdapat beberapa jenis beras yang dibedakan berdasarkan warnanya antara lain beras putih (*Oryza sativa* L.), beras hitam (*Oryza sativa* L. *Indica*) dan beras merah (*Oryza nivara*). Perbedaan warna beras dikarenakan senyawa fitokimia seperti antosianin dan proantosianidin yang terkandung pada bagian perikarp, *sees coat*, dan aleuron (Sompong *et al.* 2011; Hernawan & Melyani, 2016).

Beras merah merupakan hasil pengolahan padi beras merah yang digiling menjadi beras pecah kulit tanpa dilakukan proses penyosohan sehingga lapisan kulit luar (aleuron) tetap menempel pada beras (Sarah, 2018). Warna merah disebabkan oleh adanya kandungan senyawa antosianin yang terdapat pada kulit luarnya (Sompong *et al.* 2011). Antosianin merupakan pigmen merah yang terdapat pada perikarp dan lapisan kulit beras. Selain sebagai pigmen warna pada beras merah, antosianin juga memiliki fungsi sebagai antioksidan (Hernawan & Melyani, 2016). Kandungan antosianin beras merah berkisar antara 6,79 hingga 12,23 mg per 100 g (Indrasari *et al.* 2010). Beras merah juga mengandung 78 g karbohidrat, 6,7 g protein, 3,6 g lemak, 0,4 g serat, 0,41 mg tiamin, 0,02 mg vitamin riboflavin, 5,8 mg vitamin niasin, 6,0 mg kalsium dan 0,8 mg zat besi per 100 g beras merah (Luna *et al.* 2015).

Berdasarkan kandungan gizi dan senyawa fitokimia di atas, beras merah berpotensi untuk dikembangkan menjadi salah satu pangan yang bisa menanggulangi masalah kekurangan pangan dan gizi. Namun, penelitian mengenai beras merah belum menjadi prioritas. Beras merah juga masih terbatas pemasarannya dengan harga relatif lebih tinggi daripada beras putih. Produk olahan dari tepung beras merah terutama produk setengah jadi, juga masih sangat terbatas. Menurut Suardi (2005), potensi padi beras merah perlu digali lebih intensif melalui berbagai penelitian, salah satunya yaitu penelitian tentang pengolahan tepung beras merah.

Pengolahan beras merah menjadi tepung beras merah merupakan salah satu alternatif produk pangan olahan setengah jadi yang dianjurkan karena bentuk tepung memiliki umur simpan yang lebih lama, mempermudah pada saat pencampuran dengan bahan lain (komposit), dapat diperkaya zat gizi (fortifikasi), serta mempercepat dalam pengolahan selanjutnya. Bentuk tepung akan sesuai dengan tuntutan di kehidupan dengan mobilitas tinggi yang serba praktis (Indriyani *et al.* 2013). Pengolahan beras merah menjadi tepung juga dapat

mendorong munculnya produk olahan beras merah sebagai upaya diversifikasi pangan.

Pengeringan merupakan salah satu tahap dalam pengolahan tepung. Menurut Lidiyasi *et al.* (2006), pengeringan adalah proses pengurangan kandungan air suatu bahan hingga mencapai jumlah tertentu, dimana perkembangan mikroorganisme pembusuk dapat terhambat. Indriyani *et al.* (2013) menambahkan bahwa pengeringan dapat dilakukan sebelum atau sesudah produk dihancurkan. Jika semua uap air yang terkandung pada bahan menguap saat pengeringan berlangsung, maka pengeringan berlangsung dengan baik. Hal tersebut dikarenakan pemanasan terjadi pada setiap bagian dari bahan.

Menurut Winarno (1993), pengeringan dipengaruhi oleh 2 faktor yaitu faktor internal (luas permukaan bahan, ketebalan, ukuran, dan jenis bahan), serta faktor eksternal (waktu pengeringan, suhu, aliran udara, dan tekanan uap di udara). Suhu dan waktu pengeringan akan berbanding lurus dengan laju penguapan air. Semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu pengeringan maka laju penguapan air akan semakin cepat, namun akan mempengaruhi mutu bahan yang dihasilkan. Pengeringan akan menyebabkan perubahan karakteristik bahan, baik secara fisik, kimia, dan sensoris (Desrozier, 1988). Bonazzil *et al.* (1993) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa pengeringan pada beras dengan menggunakan alat pengering (oven) pada suhu 50°C dapat mengurangi tingkat kepatahan beras (persentase beras kepala tinggi), sedangkan pengeringan pada suhu di atas 70°C akan menurunkan persentase beras kepala. Hasil penelitian Indriyani *et al.* (2013) mengenai pengeringan tepung beras merah menyatakan bahwa tepung beras merah dengan perlakuan pengeringan selama 2 jam memiliki karakteristik fisik, kimia, dan sensoris paling baik. Oleh karena itu, penelitian mengenai pengaruh waktu pengeringan dan suhu pengeringan (menggunakan oven) terhadap karakteristik tepung beras merah perlu dilakukan untuk mendapatkan waktu dan suhu pengeringan yang tepat dalam menghasilkan tepung beras merah yang memiliki karakteristik fisik dan kimia terbaik.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan dan Laboratorium Kimia Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Penelitian dilaksanakan dari bulan Februari sampai Desember 2019. Beras merah yang digunakan adalah beras merah yang dijual secara komersial yang diperoleh

di salah satu supermarket ternama di Kota Palembang.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF) dengan 2 faktor penelitian. Faktor A adalah lama pengeringan (1 jam, 2 jam, 3 jam), dan faktor B adalah suhu pengeringan (50°C, 55°C, dan 60°C). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Data karakteristik fisik dan kimia yang diperoleh diolah secara statistik menggunakan analisis keragaman (ANSIRA). Jika ada faktor perlakuan atau kombinasi faktor perlakuan berpengaruh nyata maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5 %. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan Ms. Excel 2007.

Pembuatan tepung beras merah merujuk pada Indriyani *et al.* (2013) yang dimodifikasi. Beras merah disortasi, lalu dikeringkan menggunakan oven dengan variasi suhu (50 °C, 55 °C, dan 60 °C) dan lama (1 jam, 2 jam, dan 3 jam) atau sesuai perlakuan. Kemudian beras merah kering dihaluskan dengan cara digiling menggunakan blender, lalu diayak menggunakan saringan 80 mesh sehingga diperoleh tepung beras merah. Sebelum dianalisa, tepung beras merah dikemas menggunakan plastik polipropilen dan diséal, lalu disimpan pada toples kedap udara.

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah karakteristik fisik dan kimia tepung beras merah. Karakteristik fisik meliputi rendemen, densitas kamba, kapasitas penyerapan air, *swelling power*, dan kelarutan. Karakteristik kimia meliputi kadar air dan kadar amilosa (AOAC, 2005) tepung beras merah.

Rendemen

Nilai rendemen tepung beras merah dihitung berdasarkan metode Husniaty (2006), dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat tepung (g)}}{\text{Berat beras merah (g)}} \times 100 \%$$

Densitas Kamba

Densitas kamba tepung beras merah diukur berdasarkan Lalel *et al.* (2009). Ditimbang gelas ukur kosong (a), lalu sampel dimasukkan ke dalam gelas ukur hingga mencapai 100 mL. Gelas ukur yang berisi sampel tersebut ditimbang (b). Densitas kamba dihitung berdasarkan rumus:

$$\text{Densitas Kamba (g mL}^{-1}\text{)} = \frac{b-a}{100}$$

Kapasitas Penyerapan Air

Sebanyak 1 g sampel tepung beras merah (W1) ditambahkan aquades (10 mL), kemudian divortex dan disentrifugasi (3000 rpm) selama 25 menit. Supernatan dibuang kemudian residu ditimbang (W2) (Shad *et al.* 2013). Kapasitas penyerapan air (KPA) ditentukan dengan rumus :

$$\text{KPA Air (\%)} = [(W2-W1)/W1] \times 100 \%$$

Swelling Power dan Kelarutan

Tepung beras merah (100 mg) dimasukkan dalam tabung reaksi bertutup (yang diketahui berat kosongnya), lalu ditambahkan 10 mL aquades dan divortex selama 10 detik. Lalu dilakukan inkubasi dalam *water bath* (85°C; 30 menit) sambil sesekali diaduk. Kemudian didinginkan dalam air es sampai suhu ruang. Larutan disentrifus (2000 rpm; 30 menit). Cairan supernatan dipindahkan ke dalam cawan yang telah ditimbang beratnya kemudian dimasukkan ke dalam oven sampai didapat berat konstan (W1). Endapan sisa di dalam tabung reaksi ditimbang beratnya (Ws) (Senanayake *et al.* 2013).

$$\text{Swelling power (\%)} = \frac{Ws}{0,1 \times (100\% - W1)}$$

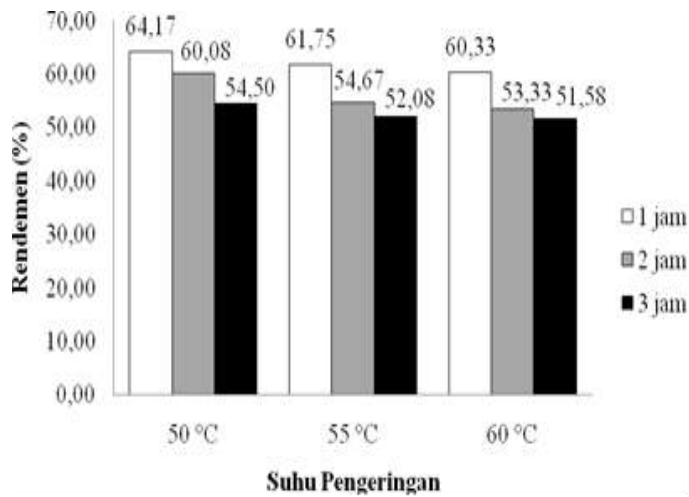
$$\text{Kelarutan (\%)} = W1/0,1 \times 100 \%$$

3. Hasil

Rendemen

Rendemen tepung beras merah yang dihasilkan berkisar antara 51,58 % hingga 64,17 % (Gambar 1). Semakin lama waktu pengeringan dan semakin tinggi suhu pengeringan maka rendemen rerata tepung beras merah yang dihasilkan semakin rendah. Berdasarkan hasil analisa keragaman, faktor lama pengeringan dan suhu pengeringan secara nyata berpengaruh terhadap rendemen tepung beras merah yang dihasilkan, tetapi interaksi antara kedua faktor berpengaruh tidak nyata.

Hasil uji lanjut BNJ taraf 5 % pengaruh lama pengeringan menunjukkan bahwa rendemen tepung beras merah yang dikeringkan selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam secara signifikan berbeda. Uji lanjut BNJ taraf 5 % pengaruh suhu pengeringan menunjukkan bahwa rendemen tepung beras merah yang dikeringkan pada suhu 55 °C berbeda tidak nyata dengan rendemen tepung beras merah yang dikeringkan pada suhu 50 °C, tetapi secara signifikan berbeda dengan rendemen tepung beras merah yang dikeringkan pada suhu 60 °C (Tabel 1).



Gambar 1. Rerata nilai rendemen (%) tepung beras merah

Densitas Kamba

Nilai densitas kamba tepung beras merah yang dihasilkan adalah 0,54 g mL⁻¹ hingga 0,60 g mL⁻¹. Husain *et al.* (2006) menyatakan bahwa densitas kamba produk tepung-tepungan berkisar antara 0,30 g mL⁻¹ hingga 0,80 g mL⁻¹. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa faktor lama pengeringan dan faktor suhu pengeringan berpengaruh signifikan terhadap densitas kamba tepung beras merah (Tabel 1). Interaksi kedua faktor juga berpengaruh signifikan terhadap densitas kamba tepung beras merah (Tabel 3).

Hasil uji lanjut BNJ 5 % menunjukkan bahwa densitas kamba tepung beras merah yang dikeringkan pada suhu 50 °C secara signifikan berbeda dengan densitas kamba tepung beras merah yang dikeringkan pada suhu 55 °C dan 60 °C. Hasil uji lanjut BNJ 5 % juga menunjukkan bahwa densitas kamba tepung beras merah yang

dikeringkan selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam secara nyata berbeda.

Kapasitas Penyerapan Air

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kapasitas penyerapan air tepung beras merah berkisar antara 155,85 % hingga 228,83 %. Analisis keragaman menyatakan bahwa faktor lama pengeringan dan faktor suhu pengeringan secara signifikan berpengaruh terhadap nilai kapasitas penyerapan air (Tabel 1). Interaksi antara kedua faktor juga berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan nilai kapasitas penyerapan air tepung beras merah yang dihasilkan (Tabel 3). Peningkatan nilai kapasitas penyerapan air secara nyata terjadi pada tepung beras merah yang dikeringkan selama 3 jam dengan suhu 60°C.

Berdasarkan uji lanjut BNJ 5 % pengaruh suhu pengeringan, kapasitas penyerapan air tepung beras merah yang dikeringkan pada suhu 50 °C dan 55 °C secara signifikan berbeda dengan kapasitas penyerapan air tepung beras merah yang dikeringkan pada suhu 60 °C. Uji lanjut BNJ 5 % pengaruh lama pengeringan menunjukkan bahwa kapasitas penyerapan air tepung beras merah yang dikeringkan selama 1 jam dan 2 jam berbeda secara signifikan dengan kapasitas penyerapan air tepung beras merah yang dikeringkan selama 3 jam.

Swelling Power dan Kelarutan

Swelling power dan kelarutan merupakan salah satu sifat fungsional yang berkaitan dengan kualitas produk pangan yang dihasilkan. *Swelling power* tepung beras merah berkisar antara 6,72 % sampai 9,18 %. Kelarutan tepung beras merah adalah 20,63 % sampai 26,00 %.

Tabel 1. Uji lanjut pengaruh faktor lama pengeringan dan suhu pengeringan terhadap sifat fisik tepung beras merah

Lama Pengeringan	Rendemen (%)	Densitas Kamba (g/mL)	Lightness (%)	Redness	Yellowness	Kapasitas Penyerapan Air (%)	Swelling Power (%)	Indeks Kelarutan (%)
A1 (1 jam)	62,08 ^c	0,60 ^c	74,66 ^a	4,05 ^c	15,99 ^a	157,55 ^a	7,01 ^a	21,49 ^a
A2 (2 jam)	56,03 ^b	0,57 ^b	76,15 ^b	3,45 ^b	16,86 ^b	162,11 ^a	7,51 ^b	23,18 ^b
A3 (3 jam)	52,72 ^a	0,56 ^a	77,68 ^c	2,68 ^a	17,50 ^c	185,20 ^b	8,70 ^c	25,14 ^c
Suhu Pengeringan	Rendemen (%)	Densitas Kamba (g/mL)	Lightness (%)	Redness	Yellowness	Kapasitas Penyerapan Air (%)	Swelling Power (%)	Indeks Kelarutan (%)
B1 (50 °C)	59,58 ^b	0,58 ^b	74,88 ^a	3,70 ^c	16,06 ^a	157,51 ^a	7,44 ^a	22,59 ^a
B2 (55 °C)	56,17 ^a	0,58 ^b	76,58 ^b	3,38 ^b	17,00 ^b	161,81 ^a	7,71 ^b	23,21 ^b
B3 (60 °C)	55,08 ^a	0,56 ^a	77,03 ^b	3,10 ^a	17,29 ^b	185,54 ^b	8,06 ^c	24,01 ^c

Keterangan: Angka dalam kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut BNJ pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil analisis keragaman, faktor lama pengeringan dan suhu pengeringan secara nyata berpengaruh terhadap *swelling power* dan kelarutan tepung beras merah (Tabel 1). Uji lanjut menunjukkan bahwa nilai *swelling power* dan kelarutan tepung beras merah yang dikeringkan selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam berbeda nyata. Hasil uji lanjut juga menunjukkan bahwa nilai *swelling power* dan kelarutan tepung beras merah yang dikeringkan pada suhu 50°C, 55°C, dan 60°C

berbeda nyata. Peningkatan nilai *swelling power* dan kelarutan tepung beras merah secara signifikan terjadi pada tepung beras merah yang dikeringkan selama 2 jam dan pada suhu 55 °C. Hasil penelitian menyatakan bahwa interaksi antara lama pengeringan dan suhu pengeringan berpengaruh nyata terhadap peningkatan *swelling power*, tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap kelarutan tepung beras merah (Tabel 3).

Tabel 2. Uji lanjut pengaruh faktor lama pengeringan dan suhu pengeringan terhadap sifat kimia tepung beras merah

Lama Pengeringan	Kadar Air (%)	Kadar Amilosa (%)	Suhu Pengeringan	Kadar Air (%)	Kadar Amilosa (%)
A1 (1 jam)	7,93 ^b	13,08 ^a	B1 (50 °C)	7,62 ^b	16,80 ^a
A2 (2 jam)	7,22 ^a	19,01 ^b	B2 (55 °C)	7,46 ^a	16,53 ^a
A3 (3 jam)	7,01 ^a	20,28 ^b	B3 (60 °C)	7,08 ^a	19,04 ^b

Keterangan: Angka dalam kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut BNJ pada taraf 5%.

Tabel 3. Karakteristik fisikokimia tepung beras merah

Perlakuan	Densitas Kamba (%)	Kapasitas Penyerapan Air (%)	<i>Swelling Power</i> (%)	Kelarutan (%)	Kadar Air (%)	Kadar Amilosa (%)
A1B1	0,604 ^c	155,85 ^a	6,72 ^a	20,63	8,16	11,27 ^a
A1B2	0,594 ^c	156,85 ^a	7,06 ^b	22,80	7,41	14,08 ^{ab}
A1B3	0,589 ^c	159,94 ^a	7,24 ^{bc}	24,33	7,30	17,61 ^b
A2B1	0,579 ^{bc}	157,17 ^a	7,34 ^{bc}	21,40	7,98	18,44 ^b
A2B2	0,577 ^{bc}	161,31 ^a	7,44 ^c	23,13	7,30	19,25 ^b
A2B3	0,552 ^{ab}	167,86 ^a	7,76 ^c	25,10	7,10	20,03 ^b
A3B1	0,569 ^b	159,51 ^a	8,26 ^d	22,43	7,65	20,28 ^b
A3B2	0,564 ^b	167,28 ^a	8,65 ^e	23,60	6,95	20,29 ^b
A3B3	0,540 ^a	228,83 ^b	9,18 ^f	26,00	6,63	20,46 ^b

Keterangan: A (Lama Pengeringan): A1 (1 jam); A2 (2 jam); A3 (3 jam)

B (Suhu Pengeringan): B1 (50°C); B2 (55°C); B3 (60°C)

Kadar Air

Kadar air tepung beras merah berkisar antara 6,63 % hingga 8,16 % (Tabel 3). Nilai kadar air tersebut telah memenuhi standar kadar air tepung beras menurut SNI 3549:2009 (maksimal 12 %) (BSN, 2009). Hasil analisa keragaman menyatakan bahwa faktor lama pengeringan dan suhu pengeringan berpengaruh nyata (Tabel 2), sedangkan interaksi keduanya berpengaruh tidak nyata terhadap kadar air tepung beras merah.

Berdasarkan hasil uji lanjut pengaruh lama pengeringan, kadar air tepung beras merah yang

dikeringkan selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam berbeda nyata. Hasil uji lanjut pengaruh suhu pengeringan juga menunjukkan bahwa kadar air tepung beras merah yang dikeringkan pada suhu 50 °C, 55 °C, dan 60 °C berbeda nyata.

Kadar Amilosa

Amilosa merupakan fraksi terlarut dari pati, berupa rantai lurus, dan terdiri dari molekul-molekul glukosa yang berikatan α -(1,4)-D glukosa (Amanto *et al.* 2015). Beras merah memiliki kandungan amilosa sedang yaitu sekitar 23,31 % (Indrasari & Adnyana, 2007). Abdullah (2017)

menambahkan bahwa kandungan amilosa akan berbeda tergantung dari varietas beras merah yaitu berkisar 15 % hingga 20 %.

Kadar amilosa tepung beras merah adalah 11,27 % hingga 20,46 %. Analisis keragaman menyatakan bahwa faktor lama pengeringan dan faktor suhu pengeringan berpengaruh signifikan terhadap kadar amilosa tepung beras merah (Tabel 2). Interaksi kedua faktor perlakuan juga berpengaruh signifikan terhadap kadar amilosa tepung beras merah (Tabel 3). Hasil uji lanjut BNJ 5 % menunjukkan bahwa kadar amilosa tepung beras merah yang dikeringkan selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam, serta pada suhu 50 °C, 55 °C, dan 60 °C berbeda secara signifikan.

4. Pembahasan

Rendemen merupakan perbandingan antara berat produk yang diperoleh terhadap berat bahan baku yang digunakan (Diza *et al.* 2014). Semakin lama proses pengeringan dilakukan dan semakin tinggi suhu pengeringan yang digunakan menyebabkan rendemen tepung beras merah yang dihasilkan semakin rendah. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Tambunan *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa rendemen bubuk sate Padang menurun dengan semakin tinggi suhu dan lama waktu pengeringan.

Penurunan rendemen sejalan dengan penurunan kadar air tepung beras merah (Tabel 1). Winarno (2004) menyatakan bahwa proses pengeringan menyebabkan kandungan air pada bahan menjadi berkurang sehingga rendemen menjadi turun. Menurut Martunis (2012), perbedaan tinggi atau rendahnya rendemen suatu bahan pangan sangat dipengaruhi oleh kandungan air bahan pangan tersebut. Berdasarkan hasil penelitian, faktor suhu dan faktor lama pengeringan secara nyata dapat menurunkan rendemen tepung beras merah. Yuniarti *et al.* (2013) menyatakan bahwa suhu pengeringan sebesar 55 °C secara signifikan menyebabkan penurunan kadar air bahan. Martunis (2012) juga menambahkan bahwa semakin lama waktu pengeringan maka air yang menguap akan semakin tinggi sehingga diperoleh rendemen pati kentang yang rendah.

Penurunan kadar air tepung beras merah disebabkan oleh semakin lama waktu pengeringan dan semakin tinggi suhu pengeringan yang digunakan. Indriyani *et al.* (2013) dalam penelitiannya menyatakan bahwa waktu pengeringan yang lama akan menyebabkan penguapan air dari dalam bahan semakin tinggi, sehingga kadar air tepung beras merah menurun. Menurut Winarno (2004), suhu pengeringan yang

semakin tinggi akan mengakibatkan penguapan air pada bahan yang semakin cepat. Riansyah *et al.* (2013) menambahkan bahwa setiap kenaikan suhu pengeringan akan memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap perpindahan air pada bahan. Yuniarti *et al.* (2013) menambahkan bahwa semakin tinggi suhu pada proses pengeringan maka akan semakin banyak kadar air bahan yang teruapkan sehingga akan menurunkan rendemen.

Kandungan air suatu bahan juga akan mempengaruhi densitas kamba. Pengeringan yang lama dengan suhu pengeringan yang tinggi akan menurunkan kadar air tepung beras merah sehingga akan menurunkan densitas kamba tepung beras merah. Indriyani *et al.* (2013) menyatakan bahwa kadar air suatu bahan akan mempengaruhi densitas kamba. Menurut Diza *et al.* (2014), semakin kecil kadar air bahan maka nilai densitas kamba cenderung menurun.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa masing-masing faktor perlakuan, yaitu lama pengeringan dan suhu pengeringan secara signifikan menurunkan nilai densitas kamba tepung beras merah. Penurunan nilai densitas kamba tepung beras merah terjadi pada pengeringan dengan suhu 60°C. Peningkatan waktu pengeringan selama 1 jam secara signifikan menurunkan nilai densitas kamba tepung beras merah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi lama pengeringan dan suhu pengeringan secara nyata menurunkan densitas kamba tepung beras merah. Penurunan secara nyata terdapat pada tepung beras merah yang dikeringkan selama 3 jam pada suhu 50°C.

Densitas kamba merupakan berat partikel yang menempati suatu unit volume tertentu. Nilai densitas kamba menunjukkan jumlah rongga kosong di antara partikel bahan. Semakin besar nilai densitas kamba suatu bahan, maka semakin sedikit jumlah ruang kosong di antara partikel bahan yang mengindikasikan bahan semakin padat (Kumalasari *et al.* 2015). Suatu bahan dinyatakan kamba apabila nilai densitas kambanya kecil karena berat bahan yang ringan membutuhkan ruang atau volume yang besar (Rohmah, 2012).

Kapasitas penyerapan air merupakan kemampuan suatu bahan untuk menyerap air. Daya serap air yang baik menunjukkan waktu rehidrasi yang digunakan akan lebih singkat sehingga produk lebih cepat menyerap air (Farida *et al.* 2016). Kapasitas penyerapan air juga mempengaruhi kemudahan tepung untuk homogen ketika dicampur dengan air. Menurut Tam *et al.* (2004), tepung dengan daya serap air tinggi akan lebih cepat dihomogenkan.

Peningkatan nilai kapasitas penyerapan air secara nyata terjadi pada tepung beras merah yang

dikeringkan selama 3 jam dengan suhu 60 °C. adar air suatu bahan pangan akan mempengaruhi kapasitas penyerapan air. Semakin lama proses pengeringan dan semakin tinggi suhu pengeringan maka kadar air bahan akan semakin rendah dan bahan akan semakin higroskopis, sehingga kapasitas penyerapan air meningkat (Indriyani *et al.* 2013; Ajala *et al.* 2018; Haruna *et al.* 2019). Selain kadar air, kandungan amilosa juga berpengaruh terhadap kapasitas penyerapan air (Jading *et al.* 2011; Effendi *et al.* 2016). Tepung beras merah dengan kadar amilosa tinggi (Tabel 1) akan bersifat kering dan memiliki kapasitas penyerapan air tinggi. Amilosa bersifat *amorf* atau menyerap air sehingga dengan semakin tinggi kandungan amilosa maka daya serap air tepung beras merah akan semakin tinggi. Amilosa memiliki kemampuan membentuk ikatan hidrogen lebih besar dibandingkan dengan amilopektin.

Kapasitas penyerapan air akan mempengaruhi nilai *swelling power*. *Swelling power* menunjukkan kemampuan pati mengembang di dalam air (Amanto *et al.* 2015). Semakin tinggi kapasitas penyerapan air suatu bahan maka semakin tinggi kemampuan suatu bahan untuk menyerap air, sehingga *swelling power* juga akan meningkat. Peningkatan nilai *swelling power* tepung beras merah secara nyata terjadi pada pengeringan selama 1 jam pada suhu 55°C. *Swelling power* juga dipengaruhi oleh kandungan amilosa pada bahan. Amilosa akan mempengaruhi kemampuan dalam menyerap air. Jika kadar amilosa suatu bahan tinggi maka kemampuan menyerap air juga akan tinggi, sehingga nilai *swelling power* juga akan meningkat (Murillo *et al.* 2008). Kadar amilosa juga akan mempengaruhi kelarutan tepung beras merah. Kelarutan atau *solubility* merupakan kemampuan suatu bahan untuk larut di dalam air. Peningkatan suhu pengeringan sebesar 5°C dan waktu pengeringan selama 1 jam secara nyata meningkatkan kelarutan tepung beras merah. Hal ini didukung oleh pernyataan Amanto *et al.* (2015) bahwa semakin lama waktu pengeringan dan semakin tinggi suhu pengeringan maka kelarutan pati akan meningkat. Kelarutan meningkat karena adanya peningkatan kandungan amilosa yang bersifat polar.

Amilosa merupakan fraksi terlarut dari pati yang berupa rantai lurus (Amanto *et al.* 2015). Semakin lama pengeringan dilakukan dan semakin tinggi suhu pengeringan yang digunakan akan menyebabkan kadar amilosa tepung beras merah semakin meningkat. Peningkatan kadar amilosa tepung beras merah secara nyata terjadi pada pengeringan selama 2 jam. Semakin lama bahan kontak dengan panas kadar amilosa tepung beras

merah semakin meningkat. Peningkatan kadar amilosa tepung beras merah juga secara nyata terjadi pada pengeringan dengan suhu 60°C. Correia *et al.* (2009) menyatakan bahwa kadar amilosa tepung kasta semakin meningkat dengan semakin tinggi suhu pengeringan. Peningkatan kandungan amilosa disebabkan oleh pemutusan cabang pada rantai amilopektin menjadi rantai lurus berupa amilosa. Menurut Amanto *et al.* (2015), proses pengeringan akan menyebabkan pemutusan ikatan pada cabang amilopektin penyusun granula menjadi rantai lurus (amilosa) sehingga menyebabkan rasio amilosa semakin meningkat.

5. Kesimpulan

Faktor lama pengeringan dan faktor suhu pengeringan secara nyata menurunkan rendemen, densitas kamba, dan kadar air tepung beras merah, tetapi meningkatkan kapasitas penyerapan air, *swelling power*, kelarutan, dan kadar amilosa tepung beras merah. Interaksi antara lama pengeringan dan suhu pengeringan berpengaruh signifikan terhadap densitas kamba, kapasitas penyerapan air, *swelling power*, dan kadar amilosa tepung beras merah. Kadar air tepung beras merah (6,63%-8,16%) telah memenuhi standar berdasarkan SNI 3549; 2009 untuk tepung beras yaitu maksimal 12%.

Perlakuan terbaik adalah A1B1 yaitu tepung beras merah yang dikeringkan selama 1 jam pada suhu 50°C. Tepung beras merah tersebut memiliki nilai rendemen 64,17%, densitas kamba 0,60%, kapasitas penyerapan air 155,85%, *swelling power* 6,72%, kelarutan 20,63%, kadar air 8,16 %, dan kadar amilosa 11,27%.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Universitas Sriwijaya yang telah memberikan dana melalui Penelitian Unggulan Kompetitif UNSRI tahun anggaran 2019 dengan No. SP DIPA-042.01.2.400953/2019, tanggal 05 Desember 2018, sesuai dengan SK Rektor Penelitian Unggulan Kompetitif nomor: 0015/UN9/SK.LP2M.PT/2019.

7. Daftar Pustaka

- Abdullah B. 2017. Peningkatan kadar antosianin beras merah dan beras hitam melalui biofortifikasi. *Jurnal Litbang Pertanian*, 36(2): 91-98.
- Ajala AS, Ajagbe OA, Abioye AO, Bolarinwa IF. 2018. Investigating the effect of drying factors on the

- quality assessment of plantain flour and wheat plantain bread. *International Food Research Journal*, 25(4): 1566-1573.
- Amanto BS, Manuhara GJ, & Putri RR. 2015. Kinetika pengeringan chip sukun (*Artocarpus communis*) dalam pembuatan tepung sukun termodifikasi dengan asam laktat menggunakan *cabinet dryer*. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 8(1).
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis*. Washington DC: Association of Official Analytical Chemistry Inc.
- Bonazzil C, Peuty du MA, & Thamelin A. 1997. Influence of drying conditions on the processing quality of rough rice (drying technology). *International Journal*, 15(3-4): 1141-1157.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2009. *SNi Tepung Beras 3549-2009*. Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional.
- Correia P, Antonio L, & da-Costa MLB. 2009. The effect of drying temperatures on morphological and chemical properties of dried chestnuts flours. *Journal of Food Engineering*, 90: 325-332.
- Desroirer NW. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Muljohardjo M; penerjemah. Jakarta: UI-Press.
- Diza YHT, Wahyuningsih, & Silfia. 2014. Penentuan waktu dan suhu pengeringan optimal terhadap sifat fisik bahan pengisi bubur kampion instan menggunakan pengering vakum. *Jurnal Litbang Industri*, 4(2): 106-114.
- Effendi Z, Surawan FED, & Sulastri Y. 2016. Sifat fisik mie basah berbahan dasar tepung komposit kentang dan tapioka. *Jurnal Agroindustri*, 6(2): 57-64.
- Farida SN, Ishartani D, & Affandi DR. 2016. Kajian sifat fisik, kimia dan sensoris bubur bayi instan berbahan dasar tepung tempe koro glinding (*Phaseolus lunatus*), tepung beras merah (*Oryza nivara*) dan tepung labu kuning (*Cucurbita moschata*). *Jurnal Teknosains Pangan*, 5(4).
- Haruna SA, Akanya HO, Adejumo BA, Chinma CE, & Okolo CA. 2019. The effect of drying temperature on functional/baking properties of flour produced from fresh orange-fleshed sweet potato tubers (OFSPT). *American Journal of Engineering Research (AJER)*, 8(3): 215-220.
- Hernawan E, & Melyani V. 2016. Analisis karakteristik fisikokimia beras putih, beras merah, dan beras hitam (*Oryza sativa* L., *Oryza nivara* dan *Oryza sativa* L. *Indica*). *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*, 15(1): 79-91.
- Husniaty R. 2006. Modifikasi asilasi dan suksinilasi pati tapioka sebagai bahan enkapsulasi komponen flavor. [Disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Husain H, Muchtadi TR, Sugiyono, & Haryanto B. 2006. Pengaruh metode pembekuan dan pengeringan terhadap karakteristik grits jagung instan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 17: 189 – 196.
- Indrasari SD, & Adnyana MO. 2007. Preferensi konsumen terhadap beras merah sebagai sumber pangan fungsional. *Jurnal Iptek Tanaman Pangan*, 2(2): 27-241.
- Indrasari SD, Wibowo P, & Purwani EY. 2010. Evaluasi mutu fisik, mutu giling, dan kandungan antosianin kultivar beras merah. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 29(1): 56-62.
- Indriyani F, Nurhidajah, & Suyanto A. 2013. Karakteristik fisik, kimia dan sifat organoleptik tepung beras merah berdasarkan variasi lama pengeringan. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 4(8): 27-34.
- Jading A, Tethool E, Payung P, & Gultom S. 2011. Karakteristik fisikokimia pati sagu hasil pengeringan secara fluidisasi menggunakan alat pengering *cross flow fluidized bed* bertenaga surya dan biomassa. *Jurnal Reaktor*, 13(3): 155-164.
- Kumalasari R, Setyoningrum F, & Ekafti R. 2015. Karakteristik fisik dan sifat fungsional beras jagung instan akibat penambahan jenis serat dan lama pembekuan. *Jurnal Pangan*, 2(1): 37-48.
- Lalel HJD, Zainal A, & Lewi J. 2009. Sifat fisikokimia beras merah Gogo Lokal Ende. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 20(2): 109-116.
- Lidiasari E, Syafutri MI, & Syaiful F. 2006. Pengaruh perbedaan suhu pengeringan tepung tapai ubi kayu terhadap mutu fisik dan kimia yang dihasilkan. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia*, 8(2): 141-146.
- Luna P, Herawati H, Widowati S, & Prianto AB. 2015. Pengaruh kandungan amilosa terhadap karakteristik fisik dan organoleptik nasi instan. *Jurnal Penelitian Pasca panen Pertanian*, 12(1): 1-10.
- Martunis. 2012. Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap kualitas dan kuantitas pati kentang varietas Granola. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 4(3): 26-30.
- Murillo CEC, Wang YJ, & Perez LAB. 2008. Morphological, physicochemical and structural characteristics of oxidized barley and corn starches. *Starch / Starke*, 60: 634-645.
- Riansyah A, Supriadi A, & Nopianti R. 2013. Pengaruh perbedaan suhu dan waktu pengeringan terhadap karakteristik ikan asin

- sepat siam dengan menggunakan oven. *Jurnal Fishtech*, 2(1): 53-68.
- Rohmah M. 2012. Karakterisasi sifat fisikokimia tepung dan pati pisang kapas (*Musa comiculata*). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 8(1): 20-24.
- Sarah HS. 2018. Kajian peningkatan kualitas beras merah (*Oryza nivara*) instan dengan cara fisik. *Pasundan Food Technology Journal*, 5(1): 84-90.
- Senanayake S, Gunaratne A, Ranaweera KKDS, & Bamunuarachchi A. 2013. Effect of heat moisture treatment condotions on swelling power and water soluble index of different cultivars of sweet potato (*Ipomea batatas* L. *Lam*) starch. *ISRN Agronomy*: 1-4.
- Shad MA, Nawaz H, Noor M, Ahmad HB, Hussain M, & Choudhry MA. 2013. Functional properties of maize flour and its blends with wheat flour: optimization of preparation conditions by response surface methodology. *Pakistan Journal of Botany*, 45(6): 2027-2035.
- Sompong R, Ehn SS, Martin GL, & Berghofer E. 2011. Physicochemical and antiokxidative properties of red and black rice varieties from Thailand, China, and Sri Lanka. *Journal of Food Chemistry*, 124: 132-140.
- Suardi D. 2005. Potensi beras merah untuk peningkatan mutu pangan. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 24(3): 93-100.
- Tam LMH, Corke WT, Tan JL, & Collado LS. 2004. Production of bihon-type noodle from maize starch differing in amylosa content. *Journal of Cereal Chemistry*, 81(4): 475-480.
- Tambunan BY, Ginting S, & Lubis L. 2017. Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap mutu bubuk sate Padang. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 5(2): 258-266.
- Winarno FG. 1993. *Pangan Gizi, Teknologi dan Konsumen*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Winarno FG. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Yuniarti DW, Sulistiyati TD, & Suprayitno. 2013. Pengaruh suhu pengeringan vakum terhadap kualitas serbuk albumin ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*). *Jurnal Mahasiswa Teknologi Hasil Perikanan*, 1(1): 1-9.



AGROSAINSTEK

Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian

Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>

Artikel Penelitian

Identifikasi Perubahan Sifat Fisik Jambu Biji Merah (*Psidium guajava* L.) Selama Masa Penyimpanan pada Pendingin Evaporatif Termomodifikasi

*Identification of Physical Properties Changes for Guava (*Psidium guajava* L.) During Storage in Modified Evaporative Cooler*

Abdul Mukhlis Ritonga^{1*}, Furqon¹, Razifah Nur Ifadah¹

¹ Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

Diterima: 29 Februari 2020/Disetujui: 04 September 2020

ABSTRACT

*Guava (*Psidium guajava* L.) is one of the horticultural products that could live in tropical areas and has a high economic value. Tropical fruit used to be damaged quickly remaining due to the temperature and humidity condition. Postharvest treatment is required to extend the shelf life of products and to maintain the quality of products such as evaporative coolers for storage. This research aims to: 1). Calculating the rate of decrease for red guava fruit quality during storage in an evaporative cooler and room temperature. 2). Analyze transformation in the physical properties of red guava fruit during storage in an evaporative cooler and room temperature. Variables measured are the effectiveness of cooling, temperature, relative humidity, moisture content, weight loss, hardness, brix levels, and colors. The method of this study was experimental with the object of research is guava, which has a diameter of 7-8 cm horizontal and vertical length of 6-8 cm. Guava fruits that used were obtained from guava plantation in Kampung Penyisihan, Ketenger Village. Data analysis in this study using the equations of kinetical reaction. The results showed that the treatment of evaporative cooling storage can maintain the quality of weight loss, color (Lab), and violent guava. While the temperature treatment room can maintain the quality of the water content, brix levels guava during storage.*

Keywords: *Evaporative cooler; Guava; Kinetic reaction; Physical properties; Storage.*

ABSTRAK

Jambu biji merupakan salah satu produk hortikultura yang dapat hidup di daerah tropis dan memiliki nilai ekonomis cukup tinggi. Buah pada daerah tropis cepat mengalami kerusakan terutama disebabkan oleh kondisi suhu dan kelembaban. Diperlukan penanganan pascapanen yang dapat memperpanjang umur simpan produk dan dapat mempertahankan mutu produk seperti alat pendingin evaporatif sebagai tempat penyimpanan. Penelitian ini bertujuan untuk: 1). Menghitung laju penurunan mutu buah jambu biji merah selama masa penyimpanan pada pendingin evaporatif dan suhu ruang. 2). Menganalisis perubahan sifat fisik buah jambu biji merah selama penyimpanan pada pendingin evaporatif dan suhu ruang. Variabel yang diukur meliputi efektifitas pendingin, suhu, kelembaban relatif, kadar air, susut bobot, kekerasan, kadar brix dan warna. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimental dengan objek penelitian yaitu jambu biji merah dengan ukuran diameter horizontal 7-8 cm dan panjang vertikal 6-8 cm. Jambu biji merah yang digunakan diperoleh dari perkebunan jambu di Kampung Penyisihan, Desa Ketenger. Analisis data pada penelitian ini menggunakan persamaan kinetika reaksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan penyimpanan pendingin evaporatif dapat mempertahankan mutu susut bobot, warna (Lab) dan kekerasan jambu biji merah. Sedangkan perlakuan suhu ruang dapat mempertahankan mutu kadar brix jambu biji selama penyimpanan.

Kata kunci: *Jambu biji; Kinetika reaksi; Pendingin evaporatif; Penyimpanan; Sifat fisik.*

*Korespondensi Penulis.

E-mail : abdul.ritonga@unsoed.ac.id (A. M. Ritonga)

DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v4i2.121>

1. Pendahuluan

Jambu biji (*Psidium guajava* L) merupakan tanaman daerah tropis dengan ketinggian antara 5-1200 m dpl, namun dapat tumbuh di daerah sub tropis dengan intensitas curah hujan berkisar antara 1000-2000 mm per tahun dan merata sepanjang tahun. Tanaman ini berkembang dan berbuah dengan optimal pada suhu 23-28°C. Jambu biji dapat berbuah sepanjang tahun, sedangkan musim panen raya antara bulan Desember sampai Februari dan bulan Juni sampai Agustus (Parimin, 2007).

Buah dan sayuran pada daerah tropis cepat mengalami kerusakan terutama disebabkan oleh kondisi suhu dan kelembaban lingkungan. Buah-buahan pada umumnya mempunyai musim dan penyebaran tertentu, sehingga penanganan untuk memperpanjang masa simpan buah sangat diperlukan. Proses pematangan buah yang terjadi ditandai oleh terjadinya peningkatan kelunakan buah (Wills *et al.* 1989). Perubahan mutu selama proses penyimpanan terjadi karena buah-buahan dan sayuran masih melakukan respirasi, dimana selama proses respirasi tersebut produk mengalami pematangan dan kemudian diikuti dengan proses pembusukan. Kecepatan respirasi produk tergantung dari suhu penyimpanan, ketersediaan oksigen untuk berespirasi dan karakteristik produk itu sendiri.

Selain itu produk hortikultura segar juga sangat mudah mengalami kerusakan yaitu kerusakan fisik akibat berbagai penanganan yang dilakukan. Gesekan dan tekanan kecilpun dapat menyebabkan kerusakan yang dapat langsung dilihat secara kasat mata dan dapat tidak terlihat pada saat aktifitas fisik tersebut terjadi. Salah satu produk hortikultura yang tingkat keringkannya relatif tinggi adalah buah jambu biji dengan potensi masa simpan kurang lebih hanya 1 – 2 minggu setelah buah matang penuh (Ali & Lazan 2001). Daya simpan jambu biji merah yang relatif singkat mengharuskan pemanenan jambu biji merah sebaiknya dilakukan pada saat jambu biji masih dalam kondisi mentah. Keterbatasan umur simpan inilah yang mendorong upaya untuk mempertahankan umur simpan buah dengan menyimpan pada pendingin evaporatif.

Kondisi iklim tropis yang hangat dan lembab masih dapat menawarkan kemungkinan yang baik untuk penggunaan pendinginan evaporatif, efek yang menguntungkan dari pendinginan evaporatif digabungkan dengan efek fisiologi pendinginan yang tersedia untuk meningkatkan kualitas udara dalam ruangan (Arandara *et al.* 2010). Duan *et al.* (2012), telah mengulas bahwa teknologi *Indirect*

Evaporative Cooling memiliki potensi untuk menjadi alternatif untuk mekanik kompresi uap sistem pendingin konvensional untuk mengambil tugas AC pada bangunan

Metode baru dalam penanganan pascapanen produk-produk hortikultura seperti sayuran dan buah telah banyak dikembangkan untuk memperlambat laju pematangan dan memperpanjang masa simpan produk tersebut. Sunarwo (2011), menjelaskan pendingin evaporatif merupakan proses pelembaban dan penurunan suhu udara. Pendingin evaporatif terbagi menjadi 2 yaitu langsung dan tidak langsung. Pendingin ini menggunakan air sebagai media pendinginnya. Penggunaan air sebagai media pendingin dapat mengurangi kebutuhan terhadap refrigeran senyawa halokarbon, senyawa organik dan senyawa hidrokarbon sehingga dapat mengurangi dampak kerusakan lingkungan. Menggunakan air untuk penguapan sebagai cara menurunkan suhu udara merupakan sistem pendingin yang paling ramah lingkungan dan efektif (Amer *et al.* 2015).

Hasil penelitian yang dilakukan BPTP Sumatera Barat (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, 2006) menunjukkan bahwa tomat dapat bertahan dalam ruang pendingin evaporatif selama 15 hari dengan kerusakan hanya 30,2%, sedangkan jika disimpan di luar sistem pendingin evaporatif kerusakan mencapai 90,1%. Buah tomat yang disimpan pada suhu 12-20°C dapat bertahan hingga 1-3 minggu, sedangkan suhu rata-rata pada ruang pendingin evaporatif sekitar 18-22°C. Penelitian ini mengkaji mengenai pengaruh penyimpanan pada suhu pendingin evaporatif terhadap perubahan sifat fisik buah jambu biji merah, dengan harapan dapat mempertahankan mutu dan umur simpan produk. Penelitian ini bertujuan untuk: menghitung laju penurunan mutu buah jambu biji merah selama masa penyimpanan pada pendingin evaporatif dan suhu ruang, serta menganalisis perubahan sifat fisik buah jambu biji merah selama penyimpanan pada pendingin evaporatif dan suhu ruang.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2018 sampai dengan bulan Januari 2019, bertempat di Laboratorium Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian Universitas Jenderal Soedirman. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu jambu biji merah dengan tingkat kematangan kuning gemading dan memiliki ukuran diameter horizontal 7-8 cm dan panjang vertikal 6-8 cm. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pendingin evaporatif termodifikasi, Color Reader Conica Minolta CR-10, oven, desikator, cawan, *stopwatch*,

timbangan digital, pnetrometer, pisau, refraktometer, termometer bola basah, termometer bola kering, laptop, kamera.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen. Jambu biji merah disimpan pada pendingin evaporatif termodifikasi sampai batas ketika buah jambu biji tersebut menunjukkan sudah tidak layak untuk dikonsumsi ditandai dengan warna yang semakin coklat dan tekstur lembek. Variabel yang diamati selama penyimpanan yaitu :

Efektifitas pendingin evaporatif (EPE)

$$EPE = \frac{\text{Outdoor Db} - \text{Indoor Db}}{\text{Outdoor Db} - \text{outdoor Wb}} \times 100\%$$

Keterangan: Indoor Db = suhu di dalam evaporatif cooling (basis kering); Outdoor Db = suhu di luar evaporatif cooling (basis kering); Outdoor Wb = suhu di luar evaporatif cooling (basis basah)

Kadar air (AOAC, 2005)

$$\text{Kandungan air (bb\%)} = \frac{W1 - W2}{W0} \times 100\%$$

Keterangan: W0 = berat sampel (gram); W1 = berat cawan + sampel sebelum dikeringkan (gram); W2 = berat cawan + sampel sesudah dikeringkan (gram)

Persentase Susut Bobot

$$\% \text{ susut bobot} = \frac{(\text{bobot awal} - \text{bobot akhir})}{\text{bobot awal}} \times 100\%$$

Kekerasan

$$P = F/A$$

Keterangan: P = kekerasan/nilai tekan (kg/mm²); F = massa tekanan (kg); A = luas permukaan tekan (mm²)

Kadar brix

$$\text{Kadar brix (\%)} = \frac{\text{brix pangkal} + \text{tengah} + \text{ujung}}{3}$$

Warna (L*C*h)

Nilai warna yang diperoleh dan diolah yaitu berupa data L*,C*,h dengan ketentuan sebagai berikut :

L* = kecerahan warna (0 = gelap; 100 = cerah)
C* = kroma, nilai C* adalah 0 pada pusatnya dan meningkat ketika menjauh dari pusat

h = sudut rona (Hue Angle), bermula pada sumbu +a* dan diekspresikan dalam derajat; 0° adalah +a* (merah); 90° adalah +b* (kuning); 180° adalah -a* (hijau); 270° adalah -b* (biru).

$$\text{Kroma } C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

$$\text{Hue Angle } h_{ab} = \text{Tan}^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right)$$

Suhu dan Kelembaban

Pengukuran suhu dengan termometer atau termokopel, sedangkan kelembaban diukur dengan *software psycocal*.

Kinetika reaksi

$$-dQ/dt = kQ^n$$

Ordo satu (n = 1)

$$-dQ/dt = kQ^1$$

$$-dQ/Q = kdt$$

$$\int_{Q_0}^{Q_t} \left(\frac{dQ}{Q} \right) = \int_0^t -(kdt)$$

$$\ln Q_t - \ln Q_0 = -kt$$

$$\text{atau } \ln (Q_t/Q_0) = -kt$$

Keterangan: Q = kualitas (mutu); t = waktu ; k = konstanta laju penurunan mutu ; n = ordo reaksi penurunan mutu.

Total Color Difference (ΔE) dan Perbedaan Hue Angle (ΔH)

Total Color Difference (ΔE) dinyatakan dengan rumus :

$$(\Delta E) = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

$$(\Delta H) = \sqrt{(\Delta E)^2 - (\Delta L)^2 - (\Delta C)^2}$$

Data dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan perubahan sifat fisik antara jambu biji yang disimpan di dalam pendingin evaporatif termodifikasi dengan yang disimpan pada suhu ruang

3. Hasil

Hasil rancangan pendingin evaporatif ditunjukkan pada Gambar 1. Hasil pengukuran suhu dan kelembaban relatif udara, diperoleh suhu rata-rata pada penyimpanan suhu ruang sebesar 29,88°C dan RH 85,26%, kemudian untuk penyimpanan suhu pendingin evaporatif suhu rata-rata yang diperoleh sebesar 26,48°C dan RH sebesar 91,70 %.

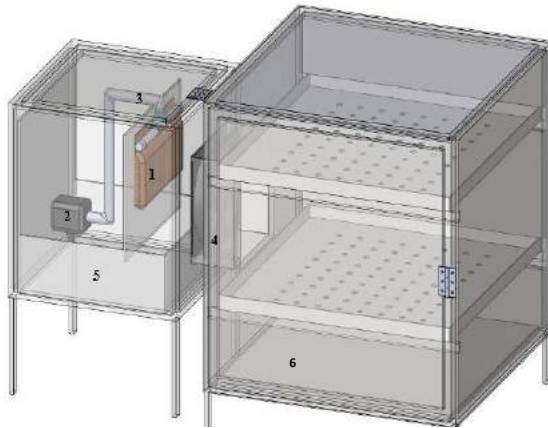
Pengukuran efektifitas pendinginan diperoleh hasil sebesar 32,23 %. Nilai efektifitas pendingin evaporatif dipengaruhi oleh suhu pendingin.

Semakin rendah suhu pendinginan maka nilai efektifitas pendinginannya semakin tinggi.

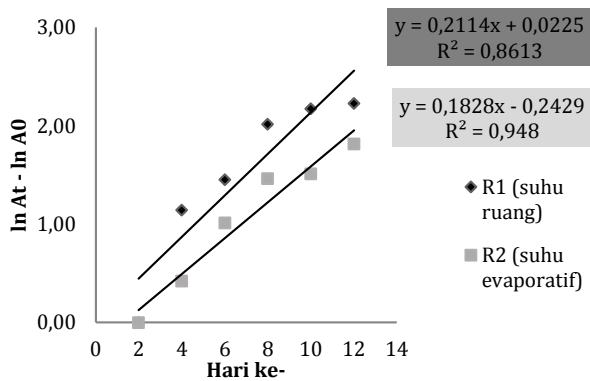
Susut Bobot

Gambar 2 menunjukkan nilai konstanta yang paling lambat dapat dilihat dari nilai konstanta yang nilainya paling kecil, yaitu penyimpanan suhu pendingin evaporatif (R2) dengan nilai persentase susut bobot sebesar 0,1828 setiap harinya. Hal

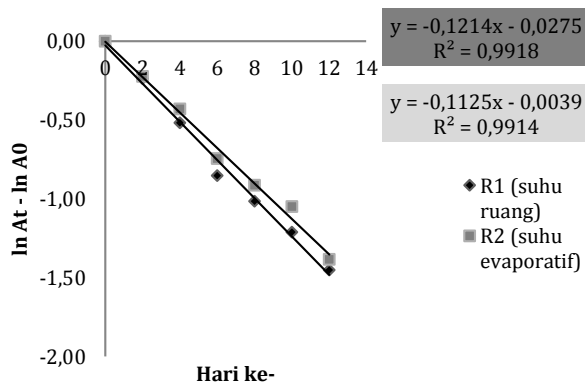
tersebut berarti, penyimpanan pada suhu pendingin evaporatif lebih mampu mempertahankan mutu susut bobot. Berdasarkan grafik nilai k pada Gambar 2, juga diperoleh persamaan matematis seperti terlihat pada Tabel 1. Persamaan matematis pada Tabel 1 dapat digunakan untuk menentukan nilai prediksi susut bobot masing-masing perlakuan selama masa penyimpanan.



Gambar 1. Bagian-bagian pendingin evaporatif



Gambar 2. Rasio perubahan susut bobot jambu biji merah terhadap waktu penyimpanan



Gambar 3. Rasio perubahan kekerasan terhadap waktu penyimpanan

Keterangan :

1. Gabus dengan ketebalan 3 cm.
2. Pompa air jenis SN-4500.
3. Kipas angin model 109S025.
4. Selang dengan panjang 56 cm.
5. Ruang pendinginan dengan ukuran 40 cm x 40 cm.
6. Ruang penyimpanan dengan ukuran 60 cm x 60 cm.

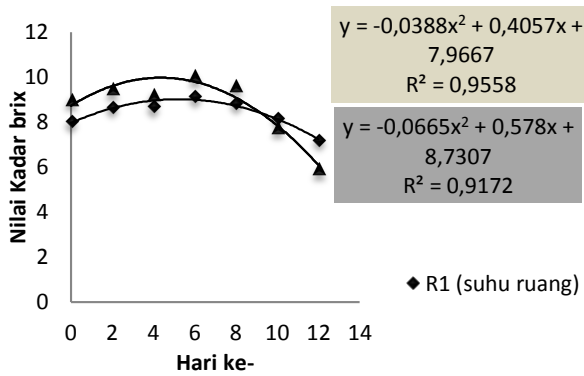
Kekerasan

Gambar 3 menunjukkan laju perubahan nilai kekerasan yang paling kecil terjadi pada perlakuan suhu pendingin evaporatif (R2) dengan nilai konstanta -0,1125 setiap harinya. Hal tersebut dapat dikatakan bahwa penyimpanan suhu pendingin evaporatif lebih baik mempertahankan mutu kekerasan dibandingkan dengan penyimpanan suhu ruang. Berdasarkan grafik nilai k (Gambar 3) diperoleh persamaan matematis yang dapat dilihat pada Tabel 1. Persamaan matematis pada Tabel 1 dapat digunakan untuk menentukan nilai prediksi kekerasan masing-masing perlakuan selama masa penyimpanan.

Kadar Brix

Nilai kadar brix jambu biji merah selama penyimpanan menunjukkan kenaikan dan penurunan pada masing-masing perlakuan berbeda, namun sama-sama mengalami tingkat kemanisan paling tinggi yaitu pada hari ke-6 dan kembali mengalami penurunan pada hari ke-8 sampai hari ke-12. Perbandingan nilai kadar brix prediksi dan observasi dalam bentuk polynomial secara grafis terlihat pada Gambar 4. Persamaan matematis pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, besarnya nilai koefisien determinasi pada masing-masing perlakuan menunjukkan korelasi sangat kuat

antara waktu penyimpanan dan jenis perlakuan terhadap nilai kadar brix.



Gambar 4. Grafik perubahan nilai kadar brix selama penyimpanan

Perubahan Warna

Laju perubahan warna dari hijau ke kuning kecoklatan yang terjadi pada buah jambu biji yang disimpan selama 12 hari pada pendingin evaporatif lebih lambat jika dibandingkan dengan laju perubahan warna pada jambu biji yang disimpan pada suhu ruangan. Hasil pengamatan dan perhitungan terhadap perubahan warna seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Visualisasi perubahan warna buah jambu biji dari awal dan akhir penyimpanan ditunjukkan pada Gambar 5.

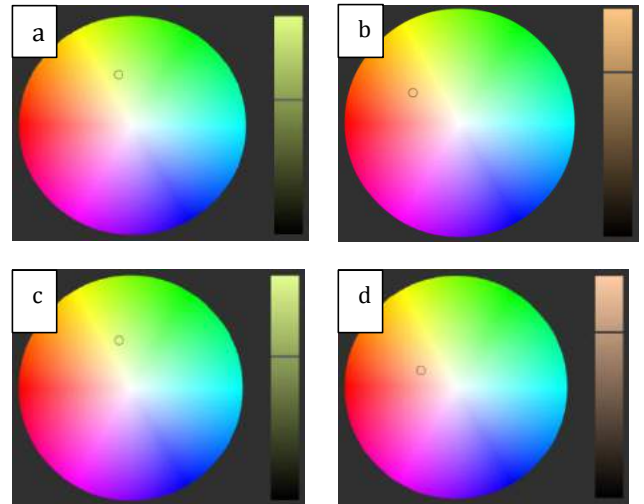
Total Color Difference (ΔE)

Hasil perhitungan terhadap total perbedaan warna antara buah jambu biji merah yang disimpan pada suhu ruangan dengan yang disimpan pada pendingin evaporatif seperti pada Tabel 3,

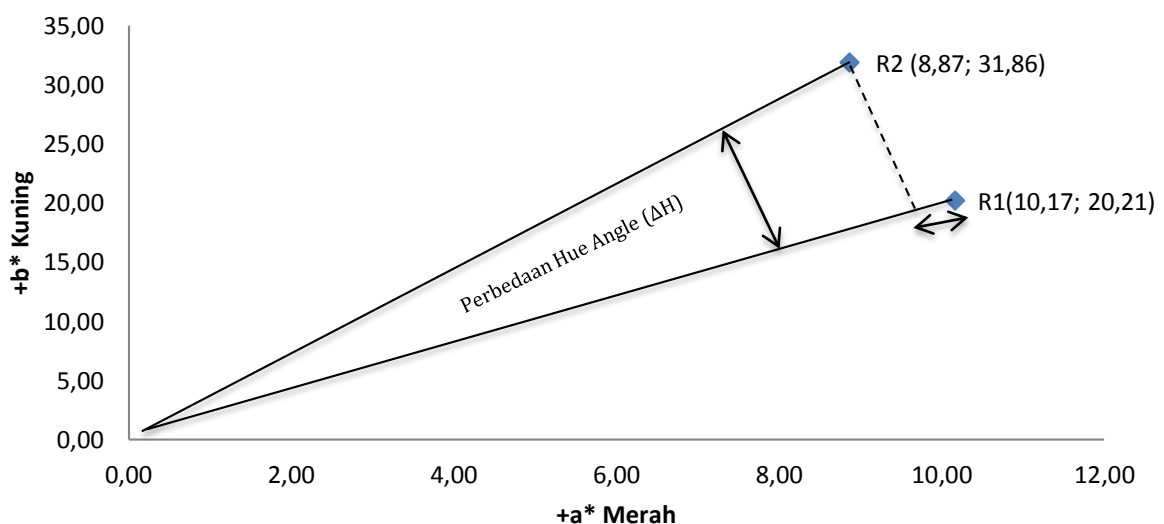
diperoleh bahwa nilai rata-rata $\Delta E = 10,16$ yang menunjukkan perbedaan warna yang besar.

Perbedaan Hue Angle (ΔH)

Perbedaan Hue Angel dari buah jambu biji merah yang disimpan pada suhu ruangan dan pendingin evaporatif ditunjukkan pada Tabel 3, diperoleh nilai rata-rata sebesar $\Delta H = 4,87$. Perbedaan Hue angle akan menunjukkan kecenderungan perubahan warna jambu biji merah selama penyimpanan seperti yang ditunjukkan Gambar 6.



Gambar 5. Visualisasi perubahan warna jambu biji merah selama penyimpanan (a) suhu ruang pada hari ke 0; (b) suhu ruang pada hari ke 12; (c) pendingin evaporatif pada hari ke 0; (d) pendingin evaporatif pada hari ke 12.



Gambar 6. Diagram kromatisitas bagian a* dan b* hue angle pada penyimpanan hari ke 12.

Tabel 1. Persamaan matematis untuk parameter perubahan mutu jambu biji merah selama penyimpanan

Parameter	Persamaan Matematis	
	R1	R2
Kadar air	$A_t = (A_0) \exp (0,0037 t)$	$A_t = (A_0) \exp (0,0049 t)$
Susut bobot	$A_t = (A_0) \exp (0,2114t)$	$A_t = (A_0) \exp (0,1828t)$
Kekerasan	$A_t = (A_0) \exp (-0,1214t)$	$A_t = (A_0) \exp (0,1125t)$
Kadar brix	$y = -0,0388x^2 + 0,4057x + 7,9667$	$y = -0,0665x^2 + 0,578x + 8,7307$

Tabel 2. Hasil pengamatan dan perhitungan perubahan warna selama penyimpanan

R1 (suhu ruang)	Pengamatan			Perhitungan		
	Hari	L*	a*	b*	h	C*
	0	61,71	-18,74	36,73	117	41,23
	2	55,97	-17,52	37,64	115,00	41,52
	4	62,12	-13,33	37,64	109,50	39,93
	6	64,99	-6,67	38,75	99,80	39,32
	8	63,46	3,79	36,98	84,10	37,17
	10	60,67	7,21	35,29	78,50	36,02
	12	62,38	8,87	31,86	74,40	33,07
R2 (suhu evaporatif)	0	64	-18,51	34,55	118,20	39,20
	2	39,06	-16,66	39,27	113,00	42,66
	4	65,36	-4,59	37,92	96,90	38,20
	6	62,08	5,97	35,25	80,40	35,75
	8	60,66	4,52	35,36	82,70	35,65
	10	49,38	10,40	30,30	71,10	32,04
	12	65,52	10,17	20,21	63,30	22,62

Tabel 3. Total perbedaan warna dan hue angle

Hari	ΔL	Δa	Δb	ΔC	Δh	ΔE	ΔH
0	2,29	0,23	-2,18	-2,03	1,20	3,17	0,83
2	-16,91	0,86	1,63	1,14	-2,00	17,01	1,45
4	3,24	8,74	0,28	-1,73	-12,60	9,33	8,57
6	-2,91	12,64	-3,50	-3,57	-19,40	13,43	12,62
8	-2,80	0,73	-1,62	-1,52	-1,40	3,32	0,92
10	-11,29	3,19	-4,99	-3,98	-7,40	12,75	4,39
12	3,14	1,30	-11,65	-10,45	-11,10	12,14	5,31
Rata-rata						10,16	4,87

4. Pembahasan

Pada pendingin evaporatif, pengurangan daya atau penggunaan daya yang hemat merupakan tuntutan yang sangat penting (Moshari *et al.* 2017), namun pada naskah ini pengukuran daya bukan menjadi fokus utama. Nilai suhu dan RH pada pendingin evaporatif ini mendekati jika dibandingkan dengan nilai suhu dan RH pendingin evaporatif yang dilakukan oleh Aziz *et al.* (2014)

sebesar 25,88°C dan RH 91%. Hal tersebut dimungkinkan karena rancang bangun alat pendingin evaporatif yang digunakan mirip, baik pada komponen-komponen alat yang digunakan maupun spesifikasi masing-masing komponennya. Kabeel *et al.* (2017) melakukan penelitian tentang uji performansi pendingin evaporatif hibrid hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada sistem pengkondisian udara hibrid untuk menggunakan evaporatif tidak langsung lebih dingin dengan baffle internal sebagai unit pra-pendinginan, suhu udara

pasokan berkurang sebesar 21% dan koefisien kinerja meningkat 71%. Pendingin evaporatif dapat menjadi alternatif karena pendingin evaporatif ramah lingkungan dan memiliki biaya operasi yang rendah. Namun, pendingin evaporatif tidak menguntungkan untuk menghasilkan udara dengan kelembaban relatif tinggi (Fikri *et al.* 2020). Elmetenania *et al.* (2011) melakukan investigasi pendingin evaporatif di daerah yang panas dan gersang dengan memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energinya, menunjukkan bahwa peralatan pendingin evaporatif bekerja dengan baik tidak memiliki dampak apapun terhadap lingkungan dan konsumsi energi jauh lebih sedikit dari pada di udara klasik (tanpa memanfaatkan sinar matahari). Oleh karena itu meningkatkan efisiensi teknologi pendingin sangat penting terutama teknologi yang memiliki potensi kinerja tinggi dengan konsumsi daya yang rendah (Vakiloroaya *et al.* 2014).

Jambu biji adalah buah yang mudah rusak yang rentan terhadap kerugian pascapanen (Francisco *et al.* 2020). Penurunan kadar air terjadi karena hilangnya air akibat buah masih mengalami respirasi dan transpirasi selepas panen yang menyebabkan air keluar melalui pori-pori permukaan buah. Penguapan cairan di ruang-ruang antar sel menyebabkan sel menyusut sehingga ruang antarsel menyatu dan zat pektin saling berikatan (Qanytah, 2004). Buah jambu biji selain dikonsumsi langsung juga bisa diolah menjadi selai, minuman dan makanan (Irshad *et al.* 2020), oleh karena itu perubahan bobot dalam penyimpanan perlu diperhatikan. Persentase susut bobot merupakan salah satu parameter mutu yang mencerminkan tingkat kesegaran buah yang berkaitan dengan banyaknya air yang hilang. Nilai persentase susut bobot pada suhu pendingin evaporatif (R2) lebih tinggi dibandingkan dengan suhu ruang (R1). Kenaikan nilai persentase susut bobot pada pendingin evaporatif dikarenakan buah jambu biji merah mengalami penguapan lebih banyak dari penguapan pada suhu ruang, sehingga kehilangan air pada jambu biji merah lebih besar dan bobot jambu biji merah berkurang. Selain itu, peningkatan susut bobot terjadi karena buah selama penyimpanan mengalami proses respirasi dan transpirasi. Transpirasi merupakan faktor dominan penyebab susut bobot, yaitu terjadi perubahan fisiokimia berupa penyerapan dan pelepasan air ke lingkungan. Kehilangan air berpengaruh langsung terhadap kerusakan tekstur, kandungan gizi, kelayuan, dan pengerutan.

Kekerasan merupakan salah satu parameter yang menunjukkan kesegaran buah dan sayur. Kekerasan tergantung pada ketebalan kulit luar

buah, kandungan total zat padat, dan kandungan pati yang terdapat pada bahan. Nilai kekerasan jambu biji merah pada perlakuan suhu ruang (R1) lebih besar jika dibandingkan dengan perlakuan suhu pendingin evaporatif (R2). Hal tersebut terjadi karena proses penguapan jambu biji merah pada suhu ruang lebih kecil, sehingga kadar air bahan yang terkandung lebih banyak, dapat dikatakan bahwa penyimpanan suhu pendingin evaporatif lebih baik mempertahankan mutu kekerasan dibandingkan dengan penyimpanan suhu ruang. Proses pematangan buah yang terjadi ditandai oleh terjadinya peningkatan kelunakan buah (Wills *et al.* 1989).

Suatu kematangan buah dapat diindikasikan dengan kadar gula dan asam. Buah yang masih muda mengandung asam lebih banyak sedangkan semakin tua maka akan bertambah berkurang asamnya dan semakin manis. Buah jambu biji termasuk kedalam buah klimakterik sehingga kandungan gula meningkat sedangkan kandungan asam menurun. Buah jambu biji mengalami fase pematangan yang ditandai dengan meningkatnya kandungan gula dalam buah. Setelah mencapai optimal, buah jambu biji mengalami fase lewat matang yang ditandai dengan menurunnya kandungan gula buah. Perbedaan perubahan kekerasan jambu biji antara penyimpanan evaporatif dan ruangan tidak berbeda nyata seperti yang terlihat pada Gambar 3.

Peranan warna merupakan salah satu indeks mutu bahan pangan yang perlu diperhatikan karena pada umumnya konsumen sebelum mempertimbangkan parameter lain (rasa, nilai gizi) pertama-tama akan tertarik pada warna bahan. Untuk mempertahankan warna penyimpanan suhu ruang lebih baik jika dibandingkan dengan penyimpanan pendingin evaporatif. Santos *et al.* (2018), melakukan penelitian tentang peningkatan stabilitas penyimpanan jambu biji dengan pelapisan asam zein tannic, hasil penelitian penunjukkan bahwa buah yang dilapisi menunjukkan perubahan yang lebih rendah dalam hal tampilan visual, isi klorofil dan warna. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa dalam pengujian perubahan sifat fisik buah jambu biji variabel warna menjadi sangat penting. Francisco *et al.* (2020) melakukan penelitian tentang umursimpan jambu biji merah yang dilapisi dengan tepung dan selulosa memperoleh hasil bahwa jambu biji yang dilapisi dengan 75% selulosa, 25% tepung ubi dan 100% film selulosa mampu meningkatkan kekencangan, mempertahankan warna kulit hijau dan mengurangi kematangan yang berlangsung selama 13 hari.

Visualisasi perubahan warna seperti pada Gambar 5 menunjukkan bahwa perubahan warna dari hari pertama sampai hari ke 12 pada dua kondisi penyimpanan jambu biji merah terjadi perbedaan. Visualisasi perubahan warna pada kondisi R1 lebih ekstrem jika dibandingkan dengan pada kondisi penyimpanan R2. Perbedaan warna yang sangat kecil memang sangat memusingkan, namun dengan mengubahnya kedalam bentuk numeris menjadi mudah dimengerti. Pada satuan warna $L^*a^*b^*$ perbedaan warna dapat dinyatakan dalam sebuah nilai numeris, ΔE^*ab yang menunjukkan ukuran perbedaan warna, demikian juga jika mengukur perbedaan warna menggunakan satuan warna L^*C^*h . ΔH merupakan perbedaan hue jambu biji dari kedua kondisi penyimpanan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Pada Gambar 6 nilai ΔH buah jambu biji dari kedua kondisi penyimpanan sampai akhir (hari ke 12) adalah +5.31. Hal ini berarti bahwa warna jambu biji merah pada penyimpanan ruangan (R1) lebih dekat kesumbu $+a^*$ dan juga lebih merah. Sedangkan pada penyimpanan evaporatif (R2) lebih dekat ke sumbu $+b^*$ dan lebih kuning.

5. Kesimpulan

Laju penurunan mutu jambu biji merah yang dianalisis menggunakan persamaan kinetika reaksi, hasil dari analisis tersebut menunjukkan bahwa semakin kecil nilai konstanta pada perlakuan, maka semakin baik perlakuan tersebut dalam mempertahankan mutu. Sifat fisik jambu biji mengalami perubahan pada perlakuan penyimpanan suhu ruang dan suhu pendingin evaporatif selama penyimpanan 12 hari. Penyimpanan pada pendingin evaporatif sangat baik untuk mempertahankan nilai persentase susut bobot dengan nilai konstanta 0,1828, kekerasan dengan nilai konstanta 0,1125 dan warna, sedangkan penyimpanan suhu ruangan baik untuk mempertahankan kadar brix.

6. Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Jenderal Soedirman yang telah memberikan hibah dana penelitian pada Skim Penelitian Dosen Pemula pada tahun 2018, dengan No Kontrak. 2352/UN23.14/PN.01.00/2018.

7. Daftar Pustaka

- Ali ZM, Lazan H. 2001. Guava-Postharvest Physiology And Storage. *CAB International*, UK.
- Agustin Y. 2015. Pengaruh Warna Kemasan Terhadap Warna Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Selama Penyimpanan. *Skripsi*. Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Ahmad U. 2013. *Teknologi Penanganan Pascapanen Buah dan Sayuran*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Amer O, Boukhanouf R, Ibrahim AG. 2015. A Review of Evaporative Cooling Technologies. *International Journal of Environmental Sceince and Development*. Vol. 6, No. 2, pp 111-117
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists *International. J Assoc Off Agric Chem*. 2005; 41; 12.
- Arandara KP, Attalage RA, Jayasinghe MTR. 2010. Thermal Comfort with Evaporative Cooling for Tropical Climates, *International Conference on Sustainable Built Environment (ICSBE-2010)*.
- Aziz A, Ari F, Ade I. 2014. Penerapan Pendingin Udara Evaporatif Untuk Kenyamanan Termal. SNTI IV-2014. Universitas Trisakti. Hal 145-1 – 145-6. DOI: [10.13140/RG.2.1.2658.7289/1](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2658.7289/1)
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. 2006. Teknik Penyimpanan Evaporasi Untungkan Petani Tomat. <http://sumbar.litbang.pertanian.go.id/eng/index.php/component/content/article/13-info-aktual/60-teknik-penyimpanan-evaporasi-untungkan-petani-tomat> [28 Februari 2020]
- Cahyono B. 2010. *Sukses Budi Daya Jambu Biji di Pekarangan dan Perkebunan*. Lily Publisher, Yogyakarta.
- Duan Z, Zhan C, Zhang X, Mustafa M, Zhao X, Alimohammadisagvand B, Hasan A. 2012. Indirect Evaporative Cooling: Past, Present and Future Potentials. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol 16, 6823–6850. DOI : [10.1016/j.rser.2012.07.007](https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.07.007).
- Elmetenania S, M.L. Yousfia, L. Merabetia, Z. Belgrouna, A. Chikouchea. 2011. Investigation of an evaporative air cooler using solar energy under Algerian climate. *Energy Procedia*. 6 : 573–582. DOI : [10.1016/j.egypro.2011.05.066](https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.05.066).
- Fikri B, Sofia E, Putra N. 2020. Experimental Analysis of a Multistage Direct-Indirect Evaporative Cooler Using a Straight Heat Pipe. *Applied Thermal Engineering*. In Press, Journal Pre-Proof. DOI : [10.1016/j.applthermaleng.2020.115133](https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2020.115133)
- Francisco CB, Michelly GP, Otavio AS, Keila FR, Josiane C, Giani AL, Nelson BC, Douglas CD.

2020. Shelf-life of guavas coated with biodegradable starch and cellulose-based films. *Internasional Journal of Biological Macromolecules*. In Press, Journal Pre-Proof. DOI : [10.1016/j.ijbiomac.2020.02.249](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.02.249)
- Irshad Z, Muhammad Asif H, Muhammad Adnan A, Muhammad Idrees J, Vahid T. 2020. Guava. *Medical Platns of South Asia*. Pp 341-354. DOI : [10.1016/B978-0-08-102659-5.00026-4](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102659-5.00026-4)
- Kabeel AE, Mohamed Abdelgaied, Ravishankar Sathyamurthy, T. Arunkumar. 2017. Performance improvement of a hybrid air conditioning system using the indirect evaporative cooler with internal baffles as a pre-cooling unit. *Alexandria Engineering Journal*. 56, 395–403. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aej.2017.04.005>.
- Moshari S, Ghassem H. 2017. Analytical estimation of pressure drop in indirect evaporative coolers for power reduction. *Energy and Buildings*. Volume 150, 2017, pp.149-162. DOI : [10.1016/j.enbuild.2017.05.080](https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.05.080)
- Parimin. 2007. *Budidaya dan Pemanfaatan Jambu Biji*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Qanytah. 2004. Kajian perubahan mutu buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) dengan perlakuan precooling dan penggunaan giberelin selama penyimpanan [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor
- Santos TM, Men de Sá Filho MS, Silva ED, da Silveira MR, de Miranda MR, Lopes MM, Azeredo HM. 2018. Enhancing storage stability of guava with tannic acid-crosslinked zein coatings. *Food Chemistry*. Volume 257. pp. 252-258. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.021>
- Sunarwo. 2011. Pembuatan dan Pengujian *Evaporative Cooling*. *Jurnal Teknik Energi*. 7(1): 31 – 34.
- Vakiloroaya V, Samali B, Fakhar A, Pishghadam K. 2014. A Review of Different Strategies for HVAC Energy Saving. *Energy Conversion and Management*. Vol. 77, pp. 738-754.
- Wills RBH, Lee TH, McGlasson WB, Graham D and Hall EG. 1989. *Postharvest: An Introduction to The Physiology and Handling of Fruit and Vegetables*. New South Wales University Press. Australia. 163 p.

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Artikel Penelitian****Pengaturan Waktu Panen dan Pemupukan Nitrogen Tanaman Utama Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Ratoon Padi pada Lahan Pasang Surut*****Harvest Time Management and Fertilization of Main Plant Nitrogen to the Growth and Yield of Ratoon Rice in Tidal Swampland*****Gribaldi^{1*}, Nurlaili¹, Iqbal Effendy²**¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Baturaja
Jl. Ki. Ratu Penghulu No. 02301 Karang Sari, Baturaja.²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Musi Rawas
Jl. Pembangunan Kompleks Perkantoran Pemkab. Mura, Lubuklinggau

Diterima: 08 April 2020/Disetujui: 04 September 2020

ABSTRACT

Rice cultivation with a ratoon system is one of the efforts to increase rice production in tidal land. This study aims to determine the effect of harvest time and nitrogen fertilization of the main plant on the growth and yield of ratoon rice in tidal swampland. This study was conducted in the Experimental Field of Banyuasin District Agriculture Office in Tanjung Lago Regency. The design used in this study was the Split Plot Design which was repeated three times. The Main Plots: Fertilization N (N) consists of N1; ½ dose at planting + ½ dose of primordia phase, N2; 1/3 dose at planting + 1/3 dose at primordial phase + 1/3 dose at harvest, and N3; 1/3 dose at planting + 1/3 dose at primordia phase + 1/6 dose at harvest + 1/6 dose at 21 days after harvest. Plot: Harvest time (W) consists of W1; the main crop is harvested 5 days before 100% ripening, W2; main crop is harvested when 100% ripening, and W3; the main crop is harvested 5 days after 100% ripening. The results showed that the harvest time and N fertilizer of the main plants affected the growth and yield of ratoon rice in tidal land. Treatment of harvest time 5 days before 100% ripening and N fertilization has given 1/3 dose at planting + 1/3 dose of primordia phase + 1/3 dose at harvest, tended to show higher growth and yields of ratoon rice than other treatments, that is 2.06 tons/ha or 54.2 percent compared to the main crop.

Keywords: *Harvest time; N fertilization; Ratoon rice; Tidal swampland.***ABSTRAK**

Budidaya tanaman padi dengan sistem ratun merupakan salah satu upaya peningkatan produksi padi di Lahan pasang surut. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu panen dan pemupukan Nitrogen tanaman utama terhadap pertumbuhan dan hasil ratun padi di Lahan pasang surut. Penelitian dilaksanakan di Lahan Percobaan Dinas Pertanian Kabupaten Banyuasin, Kecamatan Tanjung Lago. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Petak Terbagi yang diulang sebanyak tiga kali. Adapun Petak Utama: Pemupukan N (N) terdiri dari N1; ½ dosis saat tanam + ½ dosis fase primordia, N2; 1/3 dosis saat tanam + 1/3 dosis fase primordia + 1/3 dosis saat panen, dan N3; 1/3 dosis saat tanam + 1/3 dosis fase primordia + 1/6 dosis saat panen + 1/6 dosis pada 21 hari setelah panen. Anak Petak: Waktu panen (W) terdiri dari W1; tanaman utama dipanen 5 hari sebelum 100% masak, W2; tanaman utama dipanen saat 100% masak dan W3; tanaman utama dipanen 5 hari setelah 100% masak. Hasil penelitian menunjukkan, waktu panen dan pemupukan N tanaman utama berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil ratun padi di Lahan pasang surut. Perlakuan waktu panen 5 hari sebelum 100% masak dan pemupukan N yang diberikan 1/3 dosis saat tanam + 1/3 dosis fase primordia + 1/3 dosis saat panen menunjukkan pertumbuhan dan hasil ratun padi lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya, dengan hasil sebesar 2,06 ton ha⁻¹ atau 54,2 persen dibanding hasil tanaman utama.

Kata kunci: *Lahan pasang surut; Pemupukan N; Ratun padi; Waktu panen.*

*Korespondensi Penulis.

E-mail : gribaldi64@yahoo.co.id (Gribaldi)DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v4i2.131>

1. Pendahuluan

Produksi padi di lahan pasang surut dapat ditingkatkan tanpa menanam dua kali dalam setahun, yaitu dengan memanfaatkan ratun. Ratun atau singgang atau turiang adalah anakan padi yang tumbuh kembali setelah dipanen. Budidaya padi sistem ratun sangat potensial dikembangkan di Lahan pasang surut yang memiliki kendala antara lain harga sarana produksi yang terus meningkat, semakin berkurangnya jumlah tenaga kerja dan waktu yang sangat tergantung pada kondisi musim (Mareza *et al.* 2016). Selanjutnya menurut Adigbo *et al.* (2013), upaya meningkatkan produksi padi dan mengurangi biaya produksi salah satunya memanfaatkan teknologi ratun. Teknologi ratun merupakan pendekatan baru bagi petani untuk menghasilkan lebih banyak beras dengan luas lahan, air, dan biaya yang rendah (Pinera & Martin, 2011). Selain memberikan tambahan produksi, keunggulan ratun juga hemat input produksi, biaya, tenaga dan waktu persiapan tanam (Nakano & Morita, 2007). Produktivitas padi ratun sebesar 40-50 persen lebih rendah dari tanaman utama (Dirjen prasarana dan sarana pertanian, 2013).

Pratek spesifik yang dilakukan pada saat panen atau setelah panen tanaman utama dalam budidaya sistem ratun dapat menjadi parameter alternatif untuk pertumbuhan ratun dan meningkatkan hasil panen (Tarpley *et al.* 2008). Kemampuan tanaman menghasilkan ratun ditentukan waktu panen tanaman utama (Daliri *et al.* 2009; Mobasser *et al.* 2012; Yazdpour *et al.* 2012) dan pemupukan (Santos *et al.* 2003; Petroudi *et al.* 2011). Dalam budidaya ratun, waktu panen dan waktu pemupukan tanaman utama sangat menentukan viabilitas tunas dan penampilan ratun (Sinaga, 2015).

Waktu panen sangat berpengaruh terhadap viabilitas tunas ratun. Tanaman yang dipanen pada fase bunting menghasilkan bahan kering ratun 37% lebih tinggi dibanding tanaman yang dipanen pada fase berbunga (Nakano & Morita, 2007). Hal ini menunjukkan bahwa tanaman yang dipanen lebih awal menghasilkan ratun lebih baik dibandingkan yang dipanen lebih akhir. Menurut (Mobasser *et al.* 2012), penundaan waktu panen menyebabkan jumlah anakan total, jumlah anakan produktif per rumpun, jumlah gabah per malai, dan persentase gabah isi menurun secara nyata. Penuaan daun tanaman utama yang cepat juga merupakan penyebab utama hasil padi ratun rendah.

Hasil penelitian (Sinaga, 2015) dilaporkan bahwa, tanaman utama yang dipanen lebih awal 5 hari (25 hsb) memberikan total hasil tertinggi (5.12

t ha⁻¹ GKG) dan panen tanaman utama sesuai dengan umur panen 30 hsb maupun diperlambat 5 hari (35 hsb) memberikan total hasil yang lebih rendah.

Beberapa studi membuktikan bahwa pertumbuhan ratun sangat tergantung pada komposisi, waktu pemupukan dan tingkat dosis pupuk yang diberikan pada tanaman utama dan tanaman ratun, terutama pupuk N (Susilawati *et al.* 2011). Menurut (Tando, 2018), penggunaan pupuk nitrogen (N) secara signifikan dapat meningkatkan kesuburan lahan dan produksi tanaman padi. Hasil penelitian Gribaldi *et al.* (2020) dilaporkan bahwa padi hibrida Hipa 5 ceva yang diberi pupuk nitrogen dengan dosis 135 kg N ha⁻¹, dimana 1/3 dosis (45 kg N ha⁻¹) diberikan saat panen menghasilkan hasil gabah tertinggi pada ratun, yaitu sebesar 2.82 tonha⁻¹ atau sebesar 63,2 persen dibanding dari hasil tanaman utama. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu panen dan pemupukan Nitrogen tanaman utama terhadap pertumbuhan dan hasil ratun padi di Lahan pasang surut.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan April sampai Agustus 2019 di Lahan Percobaan Dinas Pertanian Kabupaten Banyuwasin, Desa Seri Menanti Kecamatan Tanjung Lago, yang terletak pada - 2°3'45", 972°S 104°45'36,054"E. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Petak Terbagi (*Split Plot Design*) yang diulang sebanyak tiga kali. Adapun Petak Utama; Pemupukan N (N) terdiri dari N1; pemupukan N, ½ dosis saat tanam + ½ dosis fase primordia, N2; 1/3 dosis saat tanam + 1/3 dosis fase primordia + 1/3 dosis saat panen, dan N3; 1/3 dosis saat tanam + 1/3 dosis fase primordia + 1/6 dosis saat panen + 1/6 dosis pada 21 hari setelah panen. Anak Petak (W) terdiri dari W1; tanaman utama dipanen 5 hari sebelum 100% masak, W2; tanaman utama dipanen saat 100% masak, dan W3; tanaman utama dipanen 5 hari setelah 100% masak.

Lahan dibersihkan dari rumput dan sisa tanaman yang ada dengan cara menyemprot rumput dan sisa tanaman tersebut dengan herbisida Paraquat, kemudian dibabat dengan menggunakan mesin pemotong rumput, selanjutnya dilakukan pengolahan tanah dengan menggunakan traktor bajak, lalu dibuat petakan-petakan dengan ukuran 3 m x 2 m menggunakan tali rafia.

Benih padi Inpari 30 yang digunakan dalam penelitian ini diinkubasi terlebih dahulu selama 3

hari, setelah berkecambah disemaikan pada bedengan yang berukuran 1,2 m x 8 m. Bibit yang telah berumur 21 hari dipindahkan ke setiap petak (unit) percobaan, yang berukuran 3 m x 2 m dimana sebelumnya diberi pupuk kandang 10 tonha⁻¹, selanjutnya bibit ditanam dengan posisi tegak dengan jarak tanam 25 cm x 25 cm, dan menggunakan 2 bibit per lubang yang kedalamannya cukup 2 cm, metode ini mengikuti metode (Gribaldi *et al.* 2016). Pemupukan N diberikan sesuai perlakuan dengan dosis 135 kg Nha⁻¹, mengikuti metode (Gribaldi *et al.* 2020), sedangkan P dan K diberikan pada semua perlakuan pada saat tanam, dengan dosis untuk satu hektar masing-masing 60 kg (Setiawan *et al.* 2012). Waktu panen tanaman utama dilakukan sesuai dengan perlakuan, dengan cara memotong batang utama dengan ketinggian 15-20 cm dari permukaan tanah, metode ini mengikuti metode (Nakano *et al.* 2009). Selanjutnya dibiarkan tumbuh hingga panen. Panen ratun dilakukan bila bulir padi sudah mulai menguning dan bulir padi bila ditekan terasa keras.

Pengamatan karakter agronomi pada ratun padi meliputi: Tinggi ratun (cm), Jumlah anakan produktif (anakan), Berat kering ratun per rumpun (g), Jumlah gabah per malai (butir), Persentase gabah hampa (%), Bobot gabah 1000 butir (g), dan Berat gabah per hektar (ton)

Data karakter agronomi dianalisis secara statistik menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%. Semua perhitungan data akan dibantu dengan program SPSS 22.0, serta data ditampilkan dalam bentuk table dan gambar

3. Hasil

Karakteristik sifat kimia tanah berdasarkan hasil analisis sifat kimia tanah pada lahan percobaan sebelum perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1. Tingkat kesuburan tanah masih sangat rendah, hal ini dari pH tanah tergolong masam (pH 4,63) dengan kandungan Al-dd tinggi. Kandungan basa seperti Ca, Mg dan K-dd tergolong sangat rendah sampai rendah yang mengindikasikan rendahnya ketersediaan hara. Perlu upaya peningkatan kesuburan tanah melalui pemberian pupuk terutama pupuk nitrogen pada tanaman utama, sehingga dapat meningkatkan produktivitas padi.

Hasil analisis keragaman pada Tabel 2 menunjukkan bahwa untuk setiap peubah antar perlakuan waktu panen berpengaruh tidak nyata terhadap semua peubah kecuali pada peubah, tinggi ratun dan jumlah gabah per malai, sedangkan untuk

setiap peubah antar perlakuan pemupukan berpengaruh tidak nyata kecuali pada peubah, jumlah anakan produktif. Interaksi antar perlakuan waktu panen dan pemupukan berpengaruh tidak nyata terhadap semua peubah yang diamati.

Tabel 1. Hasil analisis beberapa sifat tanah sebelum perlakuan

Jenis Analisis	Nilai	*Kriteria
pH H ₂ O	4,63	Masam
C-Organik (%)	3,29	Tinggi
N-total (%)	0,25	Sedang
P-Bray 1 (ppm)	27	Tinggi
K-dd (cmol+)/kg	0,13	Rendah
Na (cmol+)/kg	0,33	Rendah
Ca (cmol+)/kg	0,70	Rendah
Mg (cmol+)/kg	0,22	Sangat Rendah
CTC (cmol+)/kg	15,23	Rendah
Al-dd (cmol+)/kg	2,10	Tinggi
Tekstur		
Pasir (%)	41,94	
Debu (%)	24,08	
Liat (%)	33,98	

Sumber: Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Unsri, Sumatera Selatan. 2019. *Kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2005).

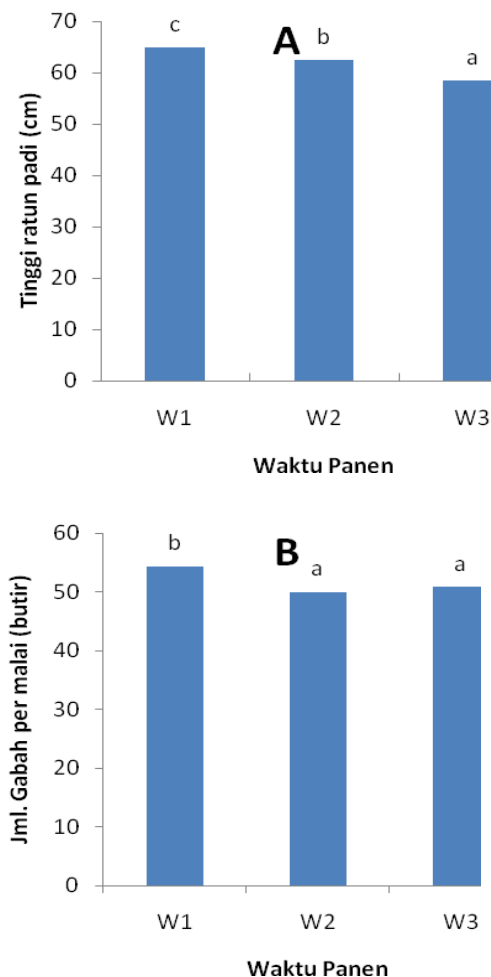
Tabel 2. Hasil analisis keragaman pengaruh waktu panen dan pemupukan tanaman utama terhadap peubah yang diamati.

No	Peubah yang diamati	Waktu Panen	Pemupukan	Interaksi
1	Tinggi ratun (cm)	*	tn	tn
2	Berat kering ratun (g)	tn	tn	tn
3	Anakan produktif (anakan)	tn	*	tn
4	Bobot 1000 butir (g)	tn	tn	tn
5	Jumlah gabah per malai (butir)	*	tn	tn
6	Persentase gabah hampa (%)	tn	tn	tn
7	Produksi gabah per hektar (ton)	tn	tn	tn

Keterangan: * = berpengaruh nyata; tn = berpengaruh tidak nyata

Komponen Pertumbuhan

Pengaturan waktu panen dan pemupukan N pada tanaman utama terhadap beberapa komponen pertumbuhan ratun padi di Lahan pasang surut, dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil penelitian menunjukkan interaksi antar perlakuan pengaturan waktu panen dan pemupukan N tanaman utama berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi ratun dan berat kering ratun, namun perlakuan pengaturan waktu panen berpengaruh nyata terhadap tinggi ratun, dimana hasil uji BNT menunjukkan tanaman utama yang dipanen 5 hari sebelum 100% masak (W1) berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Gambar 1).



Gambar 1. Pengaruh waktu panen tanaman utama terhadap tinggi ratun padi saat panen, $BNT_{.05}=1.18$ (A) dan jumlah gabah per malai ratun padi, $BNT_{.05} = 2.07$ (B). W1: tanaman utama dipanen 5 hari sebelum 100% masak, W2: tanaman utama dipanen saat 100% masak, W3: tanaman utama dipanen 5 hari setelah 100% masak.

Perlakuan waktu panen tanaman utama yang dipanen 5 hari sebelum 100% masak (W1) dan pemupukan N yang diberikan 1/3 dosis saat tanam + 1/3 dosis fase primordia + 1/3 dosis saat panen (N2) menunjukkan kecenderungan tinggi ratun dan berat kering ratun per rumpun yang lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya, yaitu masing-masing sebesar 71,3 cm dan 11,21 g (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh beberapa komponen pertumbuhan ratun padi melalui pengaturan waktu panen dan pemupukan tanaman utama.

Perlakuan	Tinggi ratun (cm)	Berat kering ratun (g/rumpun)
W1N1	59,3	5,82
W1N2	71,3	11,21
W1N3	63,7	6,89
W2N1	56,8	4,93
W2N2	67,8	6,10
W2N3	62,7	8,55
W3N1	52,8	6,59
W3N2	65,7	6,46
W3N3	56,7	6,37

Keterangan: W1: tanaman utama dipanen 5 hari sebelum 100% masak, W2: tanaman utama dipanen saat 100% masak, W3: tanaman utama dipanen 5 hari setelah 100% masak. Pemupukan N (N1: 1/2 dosis saat tanam + 1/2 dosis fase primordia, N2: 1/3 dosis saat tanam + 1/3 dosis fase primordia + 1/3 dosis saat panen, N3: 1/3 dosis saat tanam + 1/3 dosis fase primordia + 1/6 dosis saat panen + 1/6 dosis pada 21 hari setelah panen).

Komponen Hasil

Komponen hasil ratun padi melalui pengaturan waktu panen dan pemupukan N pada tanaman utama di Lahan pasang surut, dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil penelitian menunjukkan interaksi antar perlakuan pengaturan waktu panen dan pemupukan N tanaman utama berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah anakan produktif, bobot gabah 1000 butir, jumlah gabah per malai dan persentase gabah hampa, namun perlakuan pemupukan N yang diberikan 1/3 dosis saat tanam + 1/3 dosis fase primordia + 1/3 dosis saat panen (N2) berpengaruh nyata terhadap jumlah anakan produktif, dimana hasil uji BNT menunjukkan perlakuan pemupukan N yang diberikan 1/3 dosis saat tanam + 1/3 dosis fase primordia + 1/3 dosis saat panen (N2) berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Gambar 2).

Tabel 4. Komponen hasil ratun tanaman padi melalui pengaturan waktu panen dan pemupukan tanaman utama.

Perlakuan	Anakan produktif (Anakan)	Bobot 1000 butir (g)
W1N1	6,67	20,3
W1N2	8,50	20,8
W1N3	7,00	20,0
W2N1	5,50	21,1
W2N2	8,17	20,7
W2N3	6,33	23,2
W3N1	5,83	21,2
W3N2	6,83	23,7
W3N3	6,00	22,1

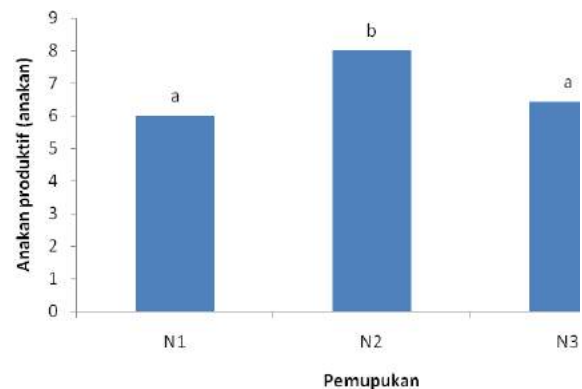
Perlakuan	Jumlah gabah per malai (butir)	Persentase gabah hampa (%)
W1N1	54,78	47,27
W1N2	54,81	42,00
W1N3	53,23	38,63
W2N1	48,18	32,37
W2N2	49,55	32,67
W2N3	52,09	43,50
W3N1	49,18	34,00
W3N2	49,88	29,90
W3N3	53,37	34,10

Keterangan: W1: tanaman utama dipanen 5 hari sebelum 100% masak, W2: tanaman utama dipanen saat 100% masak, W3: tanaman utama dipanen 5 hari setelah 100% masak. Pemupukan N (N1: ½ dosis saat tanam + ½ dosis fase primordia, N2: 1/3 dosis saat tanam + 1/3 dosis fase primordia + 1/3 dosis saat panen, N3: 1/3 dosis saat tanam + 1/3 dosis fase primordia + 1/6 dosis saat panen + 1/6 dosis pada 21 hari setelah panen).

Perlakuan waktu panen tanaman utama yang dipanen 5 hari sebelum 100% masak (W1) dan pemupukan N yang diberikan 1/3 dosis saat tanam + 1/3 dosis fase primordia + 1/3 dosis saat panen (N2) menunjukkan kecenderungan anakan produktif dan jumlah gabah per malai lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya, yaitu masing-masing sebesar 8,01 anakan dan 54,81 butir. Sedangkan persentase gabah hampa cenderung lebih rendah untuk perlakuan N yang diberikan 1/3 dosis saat tanam + 1/3 dosis fase primordia + 1/3 dosis saat panen (N2) untuk setiap perlakuan waktu panen (Tabel 4).

Pengaturan waktu panen dan pemupukan N pada tanaman utama terhadap hasil gabah pada ratun, dapat dilihat pada Tabel 5. Perlakuan waktu panen tanaman utama yang dipanen 5 hari sebelum 100% masak (W1) dan pemupukan N yang

diberikan 1/3 dosis saat tanam + 1/3 dosis fase primordia + 1/3 dosis saat panen (N2) cenderung menunjukkan hasil gabah yang lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya, dengan hasil gabah sebesar 2,06 ton ha⁻¹ atau 54,2 persen dibanding hasil gabah pada tanaman utama.



Gambar 2. Pengaruh pemupukan tanaman utama terhadap jumlah anakan produktif pada ratun padi, BNT .05 = 0.71. Pemupukan N (N1: ½ dosis saat tanam + ½ dosis fase primordia, N2: 1/3 dosis saat tanam + 1/3 dosis fase primordia + 1/3 dosis saat panen, N3: 1/3 dosis saat tanam + 1/3 dosis fase primordia + 1/6 dosis saat panen + 1/6 dosis pada 21 hari setelah panen).

Tabel 5. Hasil ratun tanaman padi melalui pengaturan waktu panen dan pemupukan tanaman utama.

Perlakuan	Hasil Ratun	Hasil tanaman utama (TU)	% TU/R
W1N1	1,16	4,06	28,6
W1N2	2,06	3,80	54,2
W1N3	1,63	3,84	42,4
W2N1	1,11	4,18	26,6
W2N2	1,91	3,85	49,6
W2N3	1,23	3,81	32,3
W3N1	1,27	4,08	31,1
W3N2	1,49	3,91	38,1
W3N3	1,62	3,98	40,7

Keterangan: W1: tanaman utama dipanen 5 hari sebelum 100% masak, W2: tanaman utama dipanen saat 100% masak, W3: tanaman utama dipanen 5 hari setelah 100% masak. Pemupukan N (N1: ½ dosis saat tanam + ½ dosis fase primordia, N2: 1/3 dosis saat tanam + 1/3 dosis fase primordia + 1/3 dosis saat panen, N3: 1/3 dosis saat tanam + 1/3 dosis fase primordia + 1/6 dosis saat panen + 1/6 dosis pada 21 hari setelah panen).

4. Pembahasan

Pengaturan waktu panen dan pemupukan N pada tanaman utama berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil ratun padi di Lahan pasang surut. Waktu panen 5 hari sebelum 100% masak (W1) dan pemupukan N yang diberikan 1/3 dosis saat tanam + 1/3 dosis fase primordia + 1/3 dosis saat panen (N2) cenderung menunjukkan pertumbuhan dan hasil yang lebih tinggi di banding perlakuan lainnya. Menurut [Susilawati et al. \(2011\)](#), waktu panen berkaitan dengan ketersediaan cadangan makanan yang ada pada tunggul padi. Waktu panen yang terlalu lama menyebabkan *ratooning ability* rendah karena cadangan makanan pada tunggul padi semakin habis. Hasil penelitian ini menunjukkan waktu panen berpengaruh nyata terhadap tinggi ratun dan jumlah gabah per malai. Waktu panen 5 hari sebelum 100% masak (W1) berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (W2 dan W3) baik pada tinggi ratun maupun jumlah gabah per malai. Tinggi ratun yang tinggi pada perlakuan ini berpengaruh pada berat kering ratun, hal ini terlihat pada Tabel 3. Berat kering ratun yang tinggi mencerminkan pertumbuhan ratun yang tinggi pula. Hal ini sejalan dengan pendapat [Mungara et al. \(2013\)](#) menyatakan bahwa, semakin tinggi berat kering tanaman maka semakin tinggi pula pertumbuhan tanaman tersebut. Berat kering tanaman yang tinggi diduga memiliki asimilat yang tinggi pula di dalam tanaman, sehingga akan berpengaruh pada hasil dan komponen hasil, hal ini terlihat pada jumlah gabah per malai yang tinggi pada perlakuan ini sehingga berpengaruh juga pada hasil gabah yang tinggi pula. Menurut [Bovairi et al. \(2016\)](#) bahwa peningkatan hasil dan komponen hasil disebabkan meningkatnya transfer asimilat kedalam biji.

Pemupukan yang tepat pada tanaman utama berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil ratun, terutama pupuk N. Berdasarkan hasil analisis kimia tanah di lokasi penelitian menunjukkan kandungan N total sedang (0,25 %), namun pH tanah yang rendah dan kandungan basa seperti Ca, Mg dan K-dd tergolong sangat rendah sampai rendah yang mengindikasikan rendahnya ketersediaan hara. Pemberian pupuk kandang 10 ton/ha dan pengaturan pemupukan N dapat meningkatkan ketersediaan N bagi tanaman. Menurut [Ambarita \(2018\)](#), unsur nitrogen merupakan salah satu unsur hara yang penting dan harus tersedia bagi tanaman. Unsur ini juga sebagai faktor penentu keberhasilan panen padi. Hasil padi tanpa pemupukan N maka produksi padi bisa

dibawah potensi genetik ([Zaqiah et al. 2017](#)). Pengaturan pemberian pupuk N pada tanaman utama berpengaruh terhadap anakan produktif pada ratun. Hasil penelitian ini menunjukkan jumlah anakan produktif tertinggi diperoleh pada perlakuan pemberian pupuk N 1/3 dosis saat tanam + 1/3 dosis fase primordia + 1/3 dosis saat panen (N2), yaitu 8,01 anakan. Hal ini diduga pemberian pupuk N sepertiga dosis saat panen mampu menyediakan unsur hara yang cukup bagi ratun untuk menghasilkan jumlah anakan produktif yang tinggi. Sejalan dengan pendapat [Sinaga \(2015\)](#), Waktu pemupukan tanaman utama berpengaruh nyata terhadap jumlah anakan produktif, jumlah rumpun hidup, dan hasil panen ratun ($P < 0,01$),

Hasil panen ratun cenderung lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya diperoleh pada perlakuan waktu panen 5 hari sebelum 100% masak dan pemupukan N yang diberikan 1/3 dosis saat tanam + 1/3 dosis fase primordia + 1/3 dosis saat panen (W1N2), yaitu sebesar 2,06 ton ha⁻¹ atau 54,2 persen dibanding hasil tanaman utama (Tabel 5). Tingginya hasil panen ratun ini disebabkan komponen pertumbuhan yang tinggi pada perlakuan ini (Tabel 3) dan komponen hasil seperti jumlah anakan dan jumlah gabah gabah yang tinggi (Tabel 4), sehingga menghasilkan hasil gabah yang tinggi pula pada perlakuan ini.

Persentase gabah hampa pada penelitian ini cenderung dominan dipengaruhi oleh pemupukan N dibanding waktu panen. Pemupukan N yang diberikan 1/3 dosis saat tanam + 1/3 dosis fase primordia + 1/3 dosis saat panen cenderung menghasilkan persentase gabah hampa rendah untuk setiap perlakuan waktu panen. Hal ini diduga pemberian pupuk yang tepat berpengaruh terhadap ketersediaan unsur hara untuk menghasilkan asimilat yang akan ditransfer ke bagian biji, sehingga pada akhirnya akan menurunkan persentase gabah hampa. Meningkatnya asimilat yang ditransfer ke biji akan berpengaruh pada peningkatan komponen hasil ([Bovairi et al. 2016](#)). Selain itu menurut [Faozi & Wijonarko \(2010\)](#), nitrogen sangat berperan dalam pembentukan perangkat fotosintesis, yaitu klorofil dan enzim RuBP karboksilase yang berfungsi dalam fiksasi CO₂, untuk selanjutnya direduksi menjadi gula. Laju fotosintesis yang tinggi dan efisien memungkinkan terjadi peningkatan transfer asimilat dari *source* ke *sink* ([Mastur, 2015](#)).

5. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu panen dan pemupukan N tanaman utama berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil ratun padi di Lahan pasang surut. Perlakuan waktu panen 5 hari sebelum 100% masak dan pemupukan N yang diberikan 1/3 dosis saat tanam + 1/3 dosis fase primordia + 1/3 dosis saat panen (W1N2), cenderung menunjukkan pertumbuhan dan hasil ratun padi lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya, dengan hasil sebesar 2,06 ton/ha atau 54,2 persen dibanding hasil tanaman utama.

6. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah membiayai penelitian ini melalui Hibah Kompetitif Nasional tahun 2019 dengan nomor kontrak: T/140/E3/RA.00/2019.

7. Daftar Pustaka

- Adigbo SO, Wakatsuki T, Fabusoro E, Alarima CI, Alao OA, Odedina JN, Adeyemi OR, Fabunmi TO. 2013. Evaluation of the Performance of Lowland Rice-ratooned Rice-vegetable as Influenced by Fertilizer Rates in Sawah Rice Systems. *Journal of Agricultural Science*. 5(1):181-186.
- Ambarita Y, Hariyono D, Aini N. 2018. Aplikasi Pupuk NPK dan Urea Pada Padi (*Oryza sativa* L.) Sistem Ratun. *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(7):1228-1234.
- Bovairi M, Shokuhfar A, Abadou GR. 2016. Effect of Cutting Height and Seed Cutting Date on Grain yield and Yield Components in Berseem Clover (*Trifolium alexandrinum* L.). *Research on Crop Ecophysiology*. 11(2):104-111
- Daliri MS, Eftekhari A, Mobasser HR, Tari DB, Porkalhor H. 2009. Effect of Cutting Time and Cutting Height on Yield and Yield Components of Ratoon Rice (Tarom langroudi variety). *Asian J Plant Sci*. 8(1):89-91
- Direktorat Jendral Prasarana dan Sarana Pertanian. 2013. *Optimalisasi Lahan Melalui Teknologi Salibu, satu kali tanam 3 kali panen 1 tahun*. Dirjen Prasarana dan Sarana. Kementerian Pertanian.
- Faozi K, Wijonarko BR. 2010. Serapan Nitrogen dan Beberapa Sifat Fisiologi Tanaman Padi Sawah Dari Berbagai Umur Pemindahan Bibit. *J. Pembangunan Pedesaan*. 10(2): 93-101.
- Gribaldi, Suwignyo RA, Hasmeda M, Hayati R. 2016. Fertilization Strategy to Increase Rice Growth and Production Under Two Flooding Condition on Two Lowland Swamp Types. *Int. J. Agrivita*. 38(1):64-72.
- Gribaldi, Nurlaili, Danial E. 2020. Peningkatan Produktivitas Padi Hibrida Melalui Pemberian Pupuk N dengan System Ratun di Lahan Pasang Surut. *J. Agrotek Tropika*. 8(1):185-192
- Mareza E, Djafar ZR, Suwignyo RA, Wijaya A. 2016. Morfofisiologi Ratun Padi Sistem Tanam Benih Langsung di Lahan Pasang Surut. *J. Agron. Indonesia*. 44(3):228-234.
- Mastur. 2015. Sinkronisasi *Source* dan *Sink* untuk Peningkatan Produktivitas Biji pada Tanaman Jarak Pagar. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*. 7(1):52-68.
- Mobasser HR, Rostaei K, Qasempour AM. 2012. The Effect of Main Crop Harvesting Yime on Rice-ratoon and Berseem Clover (*Trifolium alexandrinum* L.) Yield as Intercropping system. *Tech J Engin App Sci*. 2(1):17-21
- Mungara E, Indradewa D, Rogomulyo R. 2013. Analisis Pertumbuhan dan Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) Pada Sistem Pertanian Konvensional, Transisi Organik dan Organik. *Vegatalika*. 2(3):1-12.
- Nakano H, Morita S, Kitagawa H, Takahashi M. 2009. Effect of cutting height and trampling over stubbles of the first crop on dry matter yield in twice harvest of forage rice. *Plant Prod. Sci*. 12:124-127.
- Petroudi ER, Noormohammadi G, Mirhadi MJ, Madani H, Mobasser HR. 2011. Effect of Nitrogen Fertilization and Rice Harvest Height on Agronomic Yield Indices of Ratoon Rice-Barseem Clover Intercropping System. *Aust J Crop Sci*. 5(5):566-574.
- Pinera DR, Martin AA Jr. 2011. Ratooning Technology: a Crop Management Strategy to Step up Hybrid Rice Productivity. *Philippine J Crop Sci*. 36(1):45.
- Santos AB, Fageria NK, Prabhu AS. 2003. Rice Ratooning Management Practices for Higher Yields. *Commun. Soil Sci. Plant Anal*. 34:881-918.
- Setiawan A, Moenandir J, Nugroho H. 2012. Pengaruh Pemupukan N,P, K Pada Pertumbuhan dan Hasil Padi (*Oriza sativa* L.) Kepras. <http://pustakapertanianub.staff.ub.ac.id/files/2012/05/JURNAL.pdf>. [1 April 2015].
- Sinaga PH. 2015. Analisis Genetik Potensi Ratun Genotipe Padi (*Oryza sativa* L.) Spesifik Lahan Pasang Surut. [Disertasi]. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Susilawati, Purwoko BS, Aswiddinnor H, Santoso E. 2011. Keragaan Varietas dan Galur Padi Tipe

- Baru Indonesia dalam System Ratoon. *J. Agron. Indonesia*. 38(3):177-184.
- Tando E. 2018. Review: Upaya Efisiensi dan Peningkatan Ketersediaan Nitrogen Dalam Tanah Serta Serapan Nitrogen Pada Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *Buana Sains*. 8(2):171-180.
- Tarpley L, McCauley GN, Jund MF. 2008. Ratoon (second) Crop Production. In: *Texas Rice Production Guidelines 2008*. Texas (US): Texas AgriLife Research & Extension Service. pp. 51-52.
- Yazdpour H, Shahri MM, Soleymani A, Shahrajabian MH. 2012. Effects of Harvesting Time and Harvesting Height on Grain Yield and Agronomical Characters in Rice Ratoon (*Oryza sativa* L.). *J Food Agric. & Env*. 10(1):438-440.
- Zaqiah MH, Agustiani N, Sriyana, Hayashi K. 2017. Karakteristik Keragaan Agronomis Varietas Padi Sawah Tadah Hujan pada Pemupukan Nitrogen dan Perlakuan Air. *J. Lahan Suboptimal*. 6(2):176-184.

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Artikel Penelitian****Uji Efektivitas Ragam Pupuk Hayati untuk Meningkatkan Produktivitas Kedelai di Lahan Lebak*****Test Effectiveness of Various Biofertilizer to Increase Soybean Productivity in Lowland Area*****Neni Marlina^{1*}, Gusmiatun²**¹Program Studi Agroteknologi, Universitas Palembang. Jl. Darmapala No 1A Bukit Lama Palembang²Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Palembang. Jend. A. Yani 13 Ulu Palembang

Diterima: 11 April 2020/Disetujui: 29 September 2020

ABSTRACT

Soybeans are rich in protein and very appreciated by the public of Indonesia. However, soybeans decreased productivity and improved through the expansion of planting areas such as shallow swampy wetlands and the use of biofertilizers such as phosphate solubilizing bacteria (PSB), Azospirillum, mycorrhiza, and bio-organic fertilizer. The results of previous studies have shown that biofertilizer can increase rice productivity in lowland and tidal land. Furthermore, the biofertilizer can assist in providing the uptake of N and P and improve soybean productivity in the lowland area. Field research in shallow swampy areas in Ogan Ilir, South Sumatra Province. Random Group prepared five treatments with five replications. The treatments include biofertilizers, PSB, mycorrhiza, Azospirillum, and BOF. The results showed that the PSB, mycorrhiza, Azospirillum, and BOF can increase N nutrient absorption in a row 201.33%, 182.67%, 170.67%, 161.33%, P nutrients 357.89%, 273.68%, 173.68%, 142.40%, soybean production respectively 228.00%, 208.00%, 201.33%, and 194.67% compared without biofertilizer.

Keywords: Biofertilizers; Lowland; Soybean.**ABSTRAK**

Kedelai kaya akan protein dan sangat disukai masyarakat Indonesia. Namun produktivitas kedelai menurun, peningkatannya melalui perluasan areal tanam seperti lahan rawa lebak dangkal dan penggunaan pupuk hayati yang mengandung mikroorganisme seperti bakteri pelarut fosfat (BPF), Azospirillum, mikoriza dan pupuk organik hayati (POH). Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pupuk hayati ini mampu meningkatkan produktivitas padi di lahan lebak maupun pasang surut. Selanjutnya diharapkan pupuk hayati tersebut dapat membantu penyediaan serapan N dan P serta meningkatkan produktivitas kedelai di lahan lebak. Penelitian lapangan di lahan lebak dangkal di Kabupaten Ogan Ilir Propinsi Sumatera Selatan. Rancangan Acak Kelompok disusun 5 perlakuan dengan 5 kali pengulangan. Perlakuannya meliputi tanpa pupuk hayati, BPF, mikoriza, Azospirillum dan POH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa BPF, mikoriza, Azospirillum dan POH mampu meningkatkan penyerapan hara N berturut-turut 201,33%, 182,67%, 170,67%, 161,33%, hara P 357,89%, 273,68%, 173,68%, 142,11% produksi kedelai berturut-turut 228,00%, 208,00%, 201,33% dan 194,67% dibandingkan tanpa pupuk hayati.

Kata kunci: Lahan lebak; Kedelai; Pupuk hayati.**1. Pendahuluan**

Penduduk Indonesia mengkonsumsi 20% protein yang berasal dari tanaman kedelai, hal ini

menyebabkan permintaan kedelai meningkat. Sedangkan produksinya di tahun 2015 hanya 16.818.000 biji kering dengan luas panen 11.145.000 ha, yang menunjukkan produktivitas

*Korespondensi Penulis.

E-mail : marlina002@yahoo.com (N. Marlina)DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v4i2.133>

menurun 2,15 ku ha⁻¹ (BPS, 2020). Oleh karena itu peningkatan produktivitas kedelai dapat dilakukan dengan perluasan areal seperti penggunaan lahan lebak dangkal.

Kendala di lahan lebak dangkal antara lain rendahnya ketersediaan kation-kation basa dan pH. Penggunaan bakteri di lahan lebak dapat memperbaiki kondisi lahan. Uji bakteri-bakteri tersebut dalam meningkatkan produktivitas tanaman sudah terbukti di fenugreek (Biswas & Anusuya, 2014), padi sawah (Marlina *et al.* 2018) dan jagung manis (Marlina *et al.* 2019).

Pupuk hayati ini mengandung mikroorganisme seperti BPF, mikoriza, Azospirillum dan POH. Jenis pupuk hayati yang digunakan pada penelitian ini berupa pupuk hayati cair dan padat dan belum diuji pada tanaman kedelai. Bakteri pelarut fosfat merupakan mikroba yang mampu melarutkan fosfat yang dapat merubah P-organik menjadi P-tersedia yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman dalam meningkatkan produktivitasnya (Bargaz *et al.* 2018). Semuanya dibuktikan Khamdanah *et al.* (2014) bahwa isolat BPF dari rhizosfer tanaman Harendong yang dimasukkan dalam 250 ml media pikovskaya cair yang diberikan disekitar perakaran tanaman dapat membantu menyediakan hara P bagi tanaman dan meningkatkan bobot segar tanaman sebesar 50% dibandingkan tanpa BPF.

Mikoriza mampu meningkatkan penyerapan air, memperbaiki stuktur tanah menjadi stabilitas dan meningkatkan kualitas tanah, hypanya dapat melintasi zona bebas fosfat, meningkatkan serapan P dan N, Fe, Ca serta N melalui hifanya (Roy-Bolduc & Hijri, 2010). Bakteri Azospirillum dapat mengikat fiksasi N₂ dari atmosfer, meningkatkan aktivitas enzim nitrogenase, melindungi klorofil a (Fukami *et al.* 2016; 2017; 2018; Puente *et al.* 2017; Bulegon *et al.* 2016), dapat meningkatkan produksi kedelai (Hungria *et al.* 2013; Perez *et al.* 2014; Chibeba *et al.* 2015; Cerezini *et al.* 2016; Puente *et al.* 2017).

Pupuk organik hayati merupakan kompos jerami padi yang diperkaya bakteri Azospirillum dan bakteri pelarut fosfat sebanyak 300 kg ha⁻¹ telah diuji coba pada berbagai tanaman padi (Marlina *et al.* 2014) dan bawang merah (Marlina *et al.* 2018), semuanya meningkatkan produksi. Penelitian ini bertujuan mengetahui kemampuan ragam BPF, mikoriza, Azospirillum dan POH dalam penyediaan N dan P serta produksi tanaman kedelai di lahan rawa lebak dangkal.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan pupuk hayati yaitu BPF, mikoriza, Azospirillum dan POH dan disusun di lahan lebak berdasarkan Rancangan Acak

Kelompok disusun 5 perlakuan dengan 5 kali pengulangan. Perlakuannya terdiri dari tanpa bakteri, BPF, mikoriza, Azospirillum dan POH. Petakan berukuran 5 m x 1 m dengan jumlah populasi 64 tanaman dengan 10 tanaman contoh. Varietas kedelai yang digunakan adalah varietas Wilis.

Bakteri pelarut fosfat dan Azospirillum dengan cara disiramkan disekitar perakaran tanaman 4 kali setiap 2 minggu dengan 400 L ha⁻¹ (2,5 cc/liter air) dan 10 cc/liter air. Mikoriza sebanyak 5 g lubang tanam⁻¹ dan ditabur saat tanam. Pupuk organik hayati diberikan sehari sebelum tanam dengan dosis 300 kg ha⁻¹. Pupuk organik hayati ini adalah kompos jerami padi: pupuk kandang kotoran sapi (10:1) yang diinkubasi selama 30 hari kemudian disterilisasi baru diperkaya bakteri Azospirillum (5 ml) dan BPF (5 ml). Pupuk dasar diberikan 50% dari dosis anjuran (25 kg urea ha⁻¹, 50 kg SP-36 ha⁻¹ dan 50 kg KCl ha⁻¹) (Puspitasari & Elfarisna, 2017). Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman (cm) pada umur 8 MST, jumlah cabang primer (cabang), jumlah polong isi per tanaman (polong), persentase polong hampa (%), berat 100 biji (g), berat biji per petak (kg) semuanya diamati pada akhir penelitian, kadar N dan P pada batang kedelai (%) pada umur 8 MST. Sebelumnya data dianalisis menggunakan analisis sidik ragam dan pengaruh dari perlakuan yang nyata dapat dianalisis dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5 %.

3. Hasil

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan bakteri berpengaruh nyata pada semua peubah yang diamati dengan koefisien keragaman kurang dari 15% (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil analisis sidik ragam pengaruh perlakuan ragam pupuk hayati terhadap peubah yang diamati

Peubah yang diamati	Ragam pupuk hayati	Koefisien Keragaman (%)
Tinggi tanaman (cm)	*	6,95
Jumlah cabang primer (cabang)	*	4,87
Jumlah polong isi per tanaman (polong)	*	5,35
Persentase polong hampa (%)	*	11,79
Berat 100 biji (g)	*	2,83
Berat biji per petak (kg)	*	5,02
Kadar N (%)	*	10,77
Kadar P (%)	*	14,88

Keterangan: * = berpengaruh nyata

Bakteri pelarut fosfat menghasilkan tanaman lebih tinggi (121,19%), jumlah cabang primer (130,05%), jumlah polong isi per tanaman (170,95%) lebih banyak, berat 100 biji (150,38%) dan berat biji per petak (228,00%) lebih berat, persentase polong hampa paling ringan (136,52%), kadar hara N (201,33%) dan P (357,89%) lebih banyak serta berbeda nyata

dengan perlakuan tanpa bakteri, mikoriza, azospirillum dan POH. Pupuk hayati mikoriza, Azospirillum dan POH mengalami peningkatan 110,55% dan 121,08%, 107,96% dan 116,39% serta 104,50% dan 111,48% bila dibandingkan tanpa bakteri (Tabel 2, 3 dan 4 serta Gambar 1 dan 2).

Tabel 2. Pengaruh ragam pupuk hayati terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang primer, jumlah polong isi per tanaman

Ragam pupuk hayati	Tinggi tanaman (cm)	Peningkatan terhadap kontrol (%)	Jumlah cabang primer (cabang)	Peningkatan terhadap kontrol (%)	Jumlah polong isi per tanaman (polong)	Peningkatan terhadap kontrol (%)
Tanpa bakteri	49,27 a	100,00	4,27 a	100,00	49,09 a	100,00
BPF	59,71 c	121,19	5,57 d	130,05	83,92 c	170,95
Mikoriza	54,27 b	110,15	5,17 c	121,08	80,66 bc	164,31
Azospirillum	53,19 ab	107,96	4,97 bc	116,39	79,13 bc	161,19
POH	51,51 ab	104,55	4,76 b	111,48	75,90 b	154,61
BNT 0,05=	4,99	-	0,32	-	5,29	-

Keterangan: Notasi pada setiap kolom yang sama menunjukkan perbedaan tidak nyata

Tabel 3. Pengaruh ragam pupuk hayati terhadap persentase polong hampa, berat 100 biji dan berat biji per petak

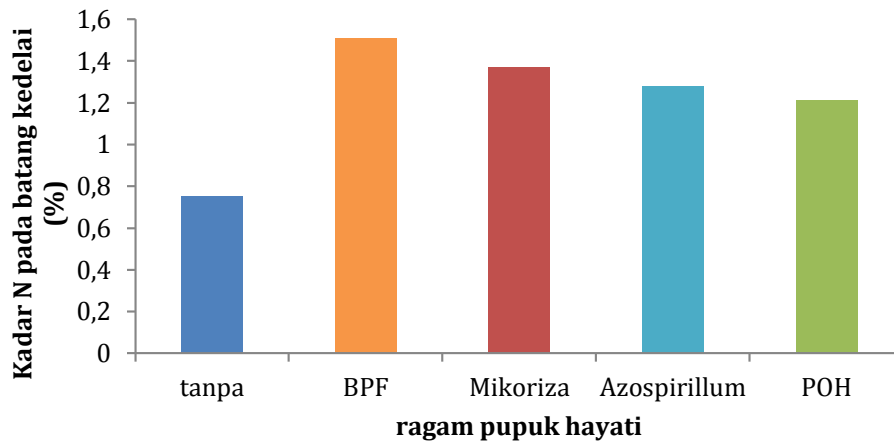
Ragam pupuk hayati	Persentase polong hampa (%)	Penurunan terhadap kontrol (%)	Berat 100 biji (g)	Peningkatan terhadap kontrol (%)	Berat biji per petak (kg)	Peningkatan terhadap kontrol (%)
Tanpa bakteri	1,15 c	100,00	7,94 a	100,00	0,75 a	100,00
BPF	0,73 a	136,52	11,94 d	150,38	1,71 d	228,00
Mikoriza	0,84 ab	126,96	11,26 c	141,81	1,56 c	208,00
Azospirillum	0,86 ab	125,22	10,74 b	135,26	1,51 bc	201,33
POH	0,88 b	123,48	10,36 b	130,48	1,46 b	194,67
BNT 0,05=	0,14	--	0,39		0,09	-

Keterangan: Notasi pada setiap kolom yang sama menunjukkan perbedaan tidak nyata

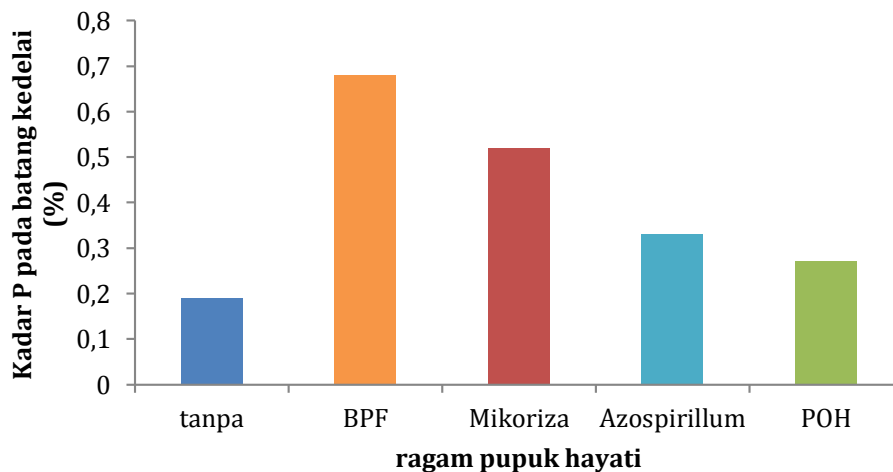
Tabel 4. Pengaruh ragam pupuk hayati terhadap ketersediaan hara N dan P

Ragam pupuk hayati	Kadar N (%)	Peningkatan terhadap kontrol (%)	Kadar P (%)	Peningkatan terhadap kontrol (%)
Tanpa Bakteri	0,75 a	100,00	0,19 a	100,00
BPF	1,71 d	201,33	0,68 d	357,89
Mikoriza	1,56 c	182,67	0,52 c	273,68
Azospirillum	1,52 bc	170,67	0,33 c	173,68
POH	1,46 b	161,33	0,27 ab	142,11
BNT 0,05=	0,17	-	0,08	-

Keterangan: Notasi pada setiap kolom yang sama menunjukkan perbedaan tidak nyata



Gambar 1. Kadar N pada batang kedelai (%) pada perbedaan ragam pupuk hayati



Gambar 2. Kadar P pada batang kedelai(%) pada perbedaan ragam pupuk hayati

4. Pembahasan

Lahan rawa lebak dangkal ini memiliki pH H_2O sangat masam (4,56), N-total 0,37% (rendah), P Bray I 55,55 ppm (tinggi), kation basa rendah seperti Ca-dd 4,58 cmol(+)/kg (rendah), Mg-dd 0,28 cmol(+)/kg (sangat rendah), K-dd 0,22 cmol(+)/kg (rendah), Na-dd 0,69 cmol(+)/kg (rendah), C-organik 8,25% (tinggi), KTK 22,78 cmol(+)/kg (sangat tinggi) dan Al-dd (0,80 cmol(+)/kg). Tanah rawa lebak dangkal ini mengandung Kejenuhan Basa (KB) 25,32% (rendah) yang berpotensi kesuburan tanah rendah, karena kandungan ion Al dan H sebesar 74,68%. Alternatif penyediaan unsur hara N dan P tersebut yaitu dengan penggunaan bakteri-bakteri yang terdapat dalam pupuk hayati. Diharapkan bakteri-bakteri tersebut dapat menyediakan unsur hara N dan P pada tanaman kedelai.

Pertumbuhan tanaman kedelai seperti tinggi tanaman dan jumlah cabang primer yang diberi pupuk hayati bakteri pelarut fosfat di lahan rawa lebak ini menghasilkan peningkatan 121,19% dan 130,05%. Hal ini dikarenakan tanah rawa lebak ini memiliki kadar C-organik yang tinggi (8,25%). Ketersediaan C-organik yang tinggi akan meningkatkan aktivitas BPF dalam meningkatkan reaksi pelarutan P. Peningkatan aktivitas BPF dapat meningkatkan enzim dehidrogenase, produksi CO_2 tanah, kadar P tersedia dan penurunan Al-dd. Dengan meningkatnya P tersedia maka dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah cabang primer kedelai. [Subowo & Purwani \(2013\)](#), bahwa kandungan C organik yang tinggi menyebabkan bahan organik terus berfungsi dalam menjaga kualitas tanah. Selanjutnya [Bargaz et al. \(2018\)](#), bahwa BPF

mampu menghasilkan zat pengatur tumbuh (auksin, giberelin) disekitar perakaran yang menyebabkan meningkatnya tinggi tanaman dan jumlah cabang primer.

Sudarsono *et al.* (2013), bahwa pemanfaatan BPF pada lahan kering masam akan mengurangi buruk Al pada tanaman kedelai sehingga akar berkembang lebih baik dan penyerapan unsur hara P juga lebih baik dan hal ini didukung oleh hasil analisa kadar N di batang yang tinggi. Dulur *et al.* (2010), aktivitas BPF akan menghasilkan asam organik dalam aktivitas hidupnya, kemudian asam organik akan membentuk chelate dengan Al menjadi asam organik-Al dan dapat melepas P kemudian mengubah P terjerap menjadi P tersedia bagi tanaman dan secara nyata meningkatkan P tersedia tanah didalam larutan tanah. Kemudian ditambahkan Behera *et al.* (2014), bahwa mekanisme utama bakteri pelarut fosfat adalah memproduksi asam organik dan enzim fosfatase dan sangat membantu dalam mineralisasi fosfor organik dalam tanah menjadi P anorganik. Didukung oleh Bargaz *et al.* (2018), bahwa BPF memproduksi asam organik seperti asam gluconic, asam 2-ketogluconic, asam propionic, asam oxallic, asam succinic dan mengkhelat Fe, Al dan Ca di dalam tanah sehingga P tersedia. Selanjutnya kadar fosfat ini diserap oleh akar tanaman kedelai dan meningkatkan kadar P dalam batang kedelai dan ikut dalam proses fotosintesis untuk menghasilkan senyawa organik yang berperan dalam pertumbuhan tanaman kedelai.

Pupuk hayati BPF ini juga mampu meningkatkan jumlah polong isi per tanaman, berat 100 biji berat biji per petak, kadar N dan P pada batang kedelai sebanyak 170,95%, 150,38%, 228,00%, 201,33% dan 357,89% dan juga menurunkan persentase polong hampa sebesar 136,52%. Hasil kedelai varietas Wilis yang ditanam di lahan lebak sebesar 2,74 ton ha⁻¹ telah mampu melebihi hasil dari deskripsi varietas Wilis sebesar 1,60 ton ha⁻¹. Produksi ini tidak terlepas dari adanya peranan BPF yang mampu menyediakan unsur hara P yang terlepas dari ikatan ion logam (Minardi, 2006). Selain itu BPF menyediakan P di dalam tanah melalui mekanisme pelepasan asam-asam organik hasil metabolisme sel dan dapat mensekresikan hormon pertumbuhan yang memacu pertumbuhan akar sehingga meningkatkan efisiensi penyerapan hara P (Oteino *et al.* 2015). Penyerapan hara P ini ikut dalam proses fotosintesis yang akan menghasilkan pembentukan polong dan pengisian biji (Wahyuningsih *et al.* 2016; Sabuli *et al.* 2015). Menurut Kurniawan *et al.* (2014), biji yang dihasilkan merupakan hasil transfortasi bahan

kering yang mengandung P yang diserap selama fase vegetatif. Dengan adanya kadar N dan P batang kedelai yang cukup yang artinya asimilat tersebut akan meningkatkan jumlah polong isi per tanaman, berat 100 biji dan bobot biji per tanaman dan per petak dan dapat menurunkan persentase polong hampa.

Nazariah (2010) menambahkan bahwa P yang cukup menyebabkan terbentuknya bunga dan biji lebih sempurna. Fosfor sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan awal, meningkatkan jumlah polong isi per tanaman dan mempercepat matangnya polong dan menurunkan persentase polong hampa. Hal ini juga didukung Singh *et al.* (2010); Biswas & Anusuya, (2014); Shoghi-Kalkhoran *et al.* (2013), bahwa penggunaan BPF, *Rhizobium* sp. *Azotobacter* pada fenugreek, kedelai dapat meningkatkan kandungan hara NP, biomassa, produksi, protein, kandungan minyak bunga matahari.

Terjadinya penurunan pertumbuhan dan produksi kedelai pada perlakuan tanpa bakteri diakibatkan karena tanaman kedelai tanpa diberi bakteri dan hasil analisa tanah sebelum tanam menunjukkan pH yang rendah (4,56) yang dapat mengakibatkan terhambatnya serapan hara N dan P, walaupun diberi pupuk dasar, sehingga tanaman kedelai kekurangan unsur hara P. Tanpa adanya bakteri proses dekomposisi tidak berjalan sempurna. Adanya pH yang rendah menyebabkan ion Al dan Fe menjerap P sehingga hara P menjadi tidak tersedia dan menurunkan produksi tanaman kedelai. Menurut Hanafiah (2005), bahwa fosfat mudah tersedia pada tanah antara pH 5,5 – 7,0, jika pH berada dibawah atau diatas kisaran tersebut maka serapan P tanaman akan terhambat. Kandungan kadar C-organik tinggi yaitu 8,25% dapat berpotensi dalam menghambat pertumbuhan tanaman.

Fosfor sangat diperlukan dalam dalam pembentukan energi (ATP) dalam proses fisiologi tanaman. Defisiensi hara P menyebabkan 30% per unit luas dan 90% total seluruh luas daun mengalami penurunan aktivitas fotosintesis (Qio & Israel, 1992 dalam Suryantini, 2016). Akibat kekurangan fosfor tersebut akan menurunkan pertumbuhan (tinggi tanaman dan jumlah cabang primer) dan produksi tanaman kedelai (jumlah polong isi per tanaman, berat 100 biji, berat biji per tanaman dan per petak).

Mikoriza mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah cabang primer, jumlah polong isi, berat 100 biji, dan berat biji per petak kedelai sebesar 110,15%, 121,08%, 164,31%, 141,81% dan 208,00% serta menurunkan persentase polong hampa sebesar 126,96% walaupun tidak sebaik

pupuk hayati BPF, namun lebih baik dari perlakuan tanpa bakteri. Mikoriza dapat menyediakan unsur hara P di dalam tanah melalui hifanya. Tersedianya P di dalam tanah karena ada simbiosis mutualisme antara mikoriza dengan akar tanaman, yaitu mikoriza membentuk hifa eksternal yang membantu penyerapan P yang tidak tersedia di dalam tanah. [Simanungkalit et al. \(2006\)](#), hifa yang terbentuk oleh mikoriza dapat mengabsorpsi P dan diserahkan ke tanaman untuk digunakan dalam proses fotosintesis. Hifa tersebut terus membantu menyerap fosfat ditempat-tempat yang tidak dapat lagi dijangkau oleh rambut-rambut akar. Mikoriza membutuhkan waktu untuk membentuk hifa eksternal sehingga sumbangan unsur hara P tetap ada walaupun kurang dari pupuk hayati bakteri pelarut fosfat.

Azospirillum mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah cabang primer, jumlah polong isi per tanaman, berat 100 biji dan berat biji per petak kedelai sebesar 107,96%, 116,39%, 161,19%, 135,26% dan 201,33% serta menurunkan persentase polong hampa sebesar 125,22% walaupun tidak sebaik pupuk hayati BPF, namun lebih baik dari perlakuan tanpa bakteri. *Azospirillum* membantu penyediaan nitrogen atau stimulasi fitohormon ([Fukami et al. 2017](#)). Menurut [Widawati & Muharam \(2012\)](#), semua *Azospirillum* menghasilkan IAA walaupun konsentrasinya tidak tinggi (0,1371-1,1475 ppm). Selanjutnya menurut [Hanafiah \(2001\)](#), bahwa *Azospirillum* dapat meningkatkan kadar N akar menjadi 117,02%, serapan N akar menjadi 124,00%, kadar N daun 131,90% serta tinggi tanaman 101,80% jika dibandingkan tanpa bakteri.

Pupuk organik hayati juga mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah cabang primer, jumlah polong isi, berat 100 biji, dan berat biji per petak kedelai sebesar 104,55%, 111,48%, 154,61%, 130,48% dan 194,67% serta menurunkan persentase polong hampa sebesar 123,48 % walaupun tidak sebaik pupuk hayati BPF, namun lebih baik dari perlakuan tanpa bakteri. Pupuk organik hayati ini menyumbangkan unsur hara N dan P sebesar 1,21% dan 0,27% bila dibandingkan dengan pupuk hayati BPF (1,51% dan 0,68% P) dan tanpa bakteri hanya 0,75% N dan 0,19% P. Kehadiran hara P yang bersamaan dengan N dapat menyebabkan penurunan hara P, dan ini dibuktikan dari hasil kadar P pada perlakuan pupuk organik hayati ini yang lebih rendah apabila pupuk hayati yang diberikan hanya satu bakteri seperti bakteri pelarut fosfat.

Bakteri yang diberikan pada penelitian ini memiliki kelebihan masing-masing, namun umumnya dapat menyumbangkan unsur hara seperti N dan P melalui proses yang berbeda.

Produksi yang dicapai dari masing-masing pupuk hayati ini dapat dicapai lebih baik bila dibandingkan tanpa pemberian bakteri. Terbaik pertama dicapai oleh BPF, kemudian berturut-turut mikoriza, bakteri *Azospirillum* dan POH. Hal sejalan dengan pendapat [Bargaz et al. \(2018\)](#), bahwa kehadiran bakteri dalam manajemen pengelolaan tanah dan tanaman sangat tinggi kontribusinya pada produksi pangan, efisiensi serapan hara, produktivitas tanaman dan kesuburan tanah.

5. Kesimpulan

Perlakuan BPF, mikoriza, *Azospirillum* dan POH mampu meningkatkan penyerapan hara N berturut-turut 201,33%, 182,67%, 170,67%, 161,33%, hara P 357,89%, 273,68%, 173,68%, 142,11% serta produksi kedelai 228,00%, 208,00%, 201,33% dan 194,67%. bila dibandingkan dengan tanpa pupuk hayati di lahan rawa lebak dangkal.

6. Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik. 2020. Produksi Kedelai tahun 2015. www.bps.go.id [Diakses tanggal 1 April 2020]
- Bargaz A, Lyamlouli K, Chtouki M, Zeroual Y, Dhiba D. 2018. Soil microbial resources for improving fertilizers efficiency in an integrated plant nutrient management system. *Frontiers in Microbiology* 9:1-25
- Behera BC, Singdevsachan SK, Mishra RR, Dutta Sk, Thatoi HN. 2014. Diversity, mechanisms and biotechnology of phosphate solubilizing microorganism in mangrove: A review. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 3(2):97-110
- Biswas S, Anusuya D. 2014. Effect of Bioinoculants and organic manure (phosphocompos) on growth, yield and nutrient uptake of *Trigonella foenumgraecum* L. (Fenugreek). *Int. J.Sci. Res* 3:38-41
- Bulegon LG, Guimaraes VF, Laureth JCU. 2016. *Azospirillum brasilense* affects the antioxidant activity and leaf pigment content of *Urachloa ruziziensis* under water stress. *Pesqui Agropecu Trop* 4:343-349. <https://doi.org/10.1590/1983-4063206v4641489>
- Cerezini P, Kuwano BH, dos-Santos MB, Terssi F, Hungaria M, Nogueira MA. 2016. Strategies to promote early nodulation in soybean under drought. *Field Crop Res* 196:16—167. <https://doi.org/10.1016/fcr.2016-017>

- Chibeba AM, Guimaraes MDF, Brilo OR, Nagueira MA, Araujo RS, Hungria M. 2015. Co-inoculation of soybean with *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* promotes early nodulation. *J. Plant Soil* 61:1641-1649. <https://doi.org/10.4236/ajps.2015-610164>
- Dulur NWD. 2010. Kajian Bahan Organik dan bakteri pelarut fosfat terhadap tahana P di tanah vertisol. *J. Agroteksos* 20(2-3):119-124
- Fukami J, Nogueira MA, Araujo RS, Hungria. 2016. Accessing inoculation method of maize and wheat with *Azospirillum brasiliense*. *AMB Express* 6:1. <https://doi.org/10.1186/s13568-015-017-y>
- Fukami J, Ollero FJ, Megias M, Hungria M. 2017. Phytohormones and induction of Plant stress tolerance and defense genes by seed and foliar inoculation with *Azospirillum brasiliense* cell and metabolites promote maize growth. *AMB Express* 7:153. <https://doi.org/10.1186/s13568-017-0453-7>
- Fukami J, Cerezini P, Hungria M. 2018. *Azospirillum*: benefits that go for beyond biological nitrogen fixation. *AMB Express* 8:73
- Hanafiah KA. 2001. Pengaruh Inokulasi Ganda Fungi Mikoriza Arbuskuler dan *Azospirillum brasiliense* dalam Peningkatan Efisiensi pemupukan P dan N pada Padi Sawah Tadah Hujan. Dalam Disertasi. Program Pascasarjana IPB, Bogor
- Hanafiah KA. 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Rajawali Pers, Jakarta
- Hungria M, Nogueira MA, Araujo RS. 2013. Co-inoculation of soybeans and common beans with *Rhizobia* and *Azospirillum*, strategies to improve sustainability. *Bio Fertil Soil* 49:791-801. <https://doi.org/10.1007/s00374-012-0771-5>
- Khamdanah, Amanda TR, Purwani J. 2014. Efektivitas Bakteri Pelarut Fosfat asal Tanah Ultisol Lebak Banten terhadap Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max* L.). *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Organik* di Bogor 18-19 Juni 2014
- Kurniawan S, Aslim A, Wardati. 2014. Pengaruh Pemberian Pupuk Fosfor terhadap Pertumbuhan Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* L.) Merrill. *Agroteknologi Fakultas Pertanian Riau, J. Fapeta* 1(2):1-11
- Marlina N, Gofar N, Subakti AHPK, Rahim AM. 2014. Improvement of Rice Growth and Productivity Through Balance Application of Inorganic Fertilizer and Biofertilizer in Inceptisol Soil of Lowland Swamp Area. *Journal Agrivita* 36(1):48-56
- Marlina N, Amir N, Palmasari B. 2018. Pemanfaatan Berbagai Jenis Pupuk Organik Hayati terhadap Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) di Tanah Pasang Surut Tipe Luapan C asal Banyuwangi. *Jurnal Lahan Suboptimal* 7(1):74-79
- Marlina N, Meidelima D, Asmawati A, Aminah IS. 2018. Utilization of Different Fertilizer on the Yield of Two Varieties of *Oryza sativa* in Tidal Lowland Area. *Biosaintifika Journal of Biology & Biology Education* 10(3):581-587
- Marlina N, Hawayanti E, Wuriesylviane W, Zairani FY, Septian H. 2019. Pemanfaatan Jenis Pupuk Hayati pada Beberapa Varietas Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt). *Prosiding Seminar Nasional Agroteknologi* 1:611-622
- Minardi S. 2006. Peran Asam Humat dan Fulvat dari Bahan Organik dalam Pelepasan P terjerap pada Andisol. Ringkasan Disertasi Program Pascasarjana Universitas Brawijaya, Malang
- Nazariah. 2010. Pemupukan Tanaman Kedelai pada Lahan Tegalan. [http://www.google.com\(pdf\)](http://www.google.com(pdf)).
- Oteino N, Lally RD, Kiwanka S, Lioly A, Ryan D, Germaine KI, Dowling DN. 2015. Plant Growth Promotion Induced by Phosphate Solubilizing Endophytic *Pseudomonas* Isolates. *Frontiers in Microbiology* 6:1-9
- Perez-Montano F, Alias-Villegas C, Bellogia RA, de Ceiro P, Expusy MR, Jimenez-Guerrero I, Lofez-Baena FJ, Ollero FJ, Cubo T. 2014. Plant growth promotion in cereal and leguminous agricultural important plants from microorganism capacities to crop production. *Microbiol Res* 169:325-336. <https://doi.org/10.1026/j.micres.2013.09.01>
- Puente ML, Gualpa JL, Lopez GA, Molina RM, Carletti SM, Cassan FD. 2017. The benefits of plant inoculation with *Azospirillum brasiliense* in soybean are explained by an auxin signaling model symbiosis (online). <https://doi.org/10.1007/s13199-017-0536-x>
- Puspitasari & Elfarisna. 2017. Respon Pertumbuhan dan Produksi Kedelai varietas Grobogan dengan Penggunaan Pupuk Organik Cair dan Pengurangan Dosis Pupuk Anorganik. *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian UMJ* 8 Nopember 2017 hal 204-212
- Roy-Bolduc A, Hijri M. 2010. The use of mycorrhizal to enhance phosphorus uptake away from the phosphorus crisis. *Journal of Biofertilizers & Biopesticides* 2(1):1-5
- Sabuli Y, Damhuri, Imran. 2015. Kadar N, P dan K Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) yang

- Diaplikasi *Azotobacter* sp., Mikroriza dan Pupuk Organik. *Biowallacea* 2(1):153-161
- Shoghi-Kalkhoran, Ghalavand S, Modarres-Sanavy SAM, Bidgoli AM, Akbar P. 2013. Integrated fertilization system enhance quality and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Agric. Sci. Technol* 15:1343-1352
- Singh D, Nepalia A, Singh AK. 2010. Performance of Fenugreek (*Trigonella foenumgraecum* L.) varieties at various fertilizers levels and biofertilizers inoculation. *Ind. J. Agron* 55:75-78
- Simanungkalit RDM, Saraswati R, Hastuti RD. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian. Bogor
- Subowo G, Purwani J. 2013. Pemberdayaan sumber daya hayati tanah mendukung pengembangan pertanian ramah lingkungan. *J. Litbang Pertanian* 32(4):173-179
- Sudarsono WA, Melati M, Aziz SA. 2013. Pertumbuhan, Serapan Hara dan Hasil Kedelai Organik melalui Aplikasi Pupuk Kandang Sapi. *J. Agro Indonesia* 41(3):202-208
- Suryantini. 2016. Formulasi Bahan Pembawa Pupuk Hayati Pelarut Fosfat untuk Kedelai di Tanah Masam. *Buletin Palawija* 14(1):28-35
- Wahyuningsih, Proklamasiningsih E, Dwiati M. 2016. Serapan Fosfor dan Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max*) pada Tanah Ultisol dengan Pemberian Asam Humat. *Biosfera* 33(2):66-70
- Widawati S, Muharam A. 2012. Uji Laboratorium *Azospirillum* sp. yang Diisolasi dari beberapa Ekosistem. *J. Hort* 22(3):258-267.



AGROSAINSTEK

Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian

Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>

Artikel Penelitian

Gene Pyramiding for Brown Planthopper Resistance-related Traits, Early Maturity and Aroma of Rice Assisted by Molecular and Phenotypic Markers

Nono Carsono^{1*}, Riski Gusri Utami¹, Santika Sari¹, Noladhi Wicaksana¹

¹Lab of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran, Jatinangor Campus, Indonesia

Received: 01 July 2020 / Accepted: 13 October 2020

ABSTRACT

*The brown planthopper (BPH)-resistant rice, early maturity, and aromatic are expected by both farmers and consumers. The traits have been combined through gene pyramiding and some promising rice genotypes obtained. However the genetic control of BPH resistance and maturity is quantitatively inherited, it is therefore both molecular and phenotypic assessments would be tremendously helpful in selecting promising genotypes. The study aimed to obtain genotypes with such valuable traits. Rice lines were analyzed using molecular markers i.e., RM586, RM589, RM8213 (BPH resistant gene markers); RM7610 and RM19414 (early maturity markers), and IFAP (Internal Fragrant Antisense Primer) for detecting aromatic, and INSP (Internal Non-fragrant Sense Primer) for non-aromatic rice. Phenotypic assessment was performed for brown planthopper resistant-related traits, such as chlorophyll content, stomatal conductance, and trichome density. Other evaluations were heading date and aroma (using 1.7% KOH solution). Results showed that molecular markers for evaluating BPH resistance genes (*Bph3*, *Bph4*, *Qbph4*, and *Bph17*), aroma (*fgr* gene), and heading date (*Hd2* and *Hd3* genes) could differentiate genotypes, and they serve as perfect markers, except for heading date markers. Seven genotypes i.e., #2, #3, #4, #5, #6, #10, and #11 were related to all traits expected based on molecular marker analysis. Meanwhile, genotypes #1, #2, #4, #6, and #11 were similar to their parents based on phenotypic analysis. Pyramiding program based on molecular and phenotypic markers enables us to combine three valuable traits into one rice genotype as presented in this study.*

Keywords: *Chlorophyll content; Rice; Stomatal conductance; Trichome density.*

1. Introduction

Rice is a major staple food and strategic commodity which plays important roles to support food security in Indonesia and other Asian countries. The steady growing of human population (BPS, 2020) and economic prosperity may increase the demand for rice especially in Asian countries. In order to fulfil a variety of rice demand which is growing every year (0.3%; Yanuarti and Afsari, 2016), rice lines with superior traits should be developed. Gene pyramiding, an effort to combine many valuable traits derived from various superior genotypes into one genotype (Francis et al., 2013) is a promising approach to breed multiple traits.

Nowadays pyramiding program has been the main focus of rice genetic improvement in some laboratories. The ultimate goal of our gene pyramiding is to obtain rice that resistant to BPH, early maturity and also aromatic. From previous pyramiding effort, eleven promising genotypes were obtained from some hybridizations of PP51 (Pandanwangi/PTB-33) x CAKA283 (Ciapus/KA). Pandanwangi is well known aromatic cultivar in West Java, selected from rice lines from Cianjur, with good taste. PTB-33 is one of the most resistant genotype against brown planthopper, has *bph2*, *Bph3*, and QTLs (Jairin et al., 2007; Yadavalli et al. 2012). Ciapus is a high yielding cultivar, released in 2003. Meanwhile, Kitaake is japonica rice, originated from Japan, is neutral to photoperiod

*Korespondensi Penulis.

E-mail : n.carsono@unpad.ac.id (N. Carsono)

DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v4i2.158>

changes and has very short life cycle and as source of early maturity genes.

As far as we concern, BPH (*Nilaparvata lugens* Stal.) is a major important pest in rice (Wei *et al.*, 2009). BPH has a capacity in changing its biotype rapidly, because it has a large variation in their virulence genes, rice crop which previously resistant will be slowly turned to susceptible (Tanaka, 1999). Genetic analysis found that resistance to BPH is controlled by many genes. To date, 29 major BPH resistance genes have been known, however only four genes namely *Bph14*, *Bph26*, *Bph17* and *bph29* have been successfully cloned (Hu *et al.*, 2016). In addition, development of aromatic rice to meet demand for high-quality rice is considered necessary. Aromatic has been recognized as a high value-added trait (Cruz and Khush, 2000) and demand of aromatic rice is increasing nowadays. The fragrance of rice shows an important role in affecting the market value and consumers' preference. Other, the development of early maturity rice is highly demanded by farmers since it will save more time, provide opportunity to grow other rice crop, optimize use of land, and as an effective way to escape from drought or other abiotic stresses.

Considering the above effort, evaluation of pyramiding program is important to be done in order to find the right genotype(s) for the next step pyramiding programs. The evaluation can be conducted using phenotypic and genotypic analysis. Phenotypic evaluation needs to be supported by the use of molecular markers. Currently molecular marker is one of the technologies which is beneficial in the development of crop plants, for example, it can increase the reliability. In addition the application of molecular markers is not affected by environment, pleiotropic, cell type or tissue, plant growth stage, and the phenomenon of epistasis (Bahagiawati, 2012). Molecular marker technology assists the breeding process because pyramiding genes can speed up selection cycles process (Lan and Chao, 2011). Phenotypic and molecular markers evaluation for gene pyramiding in rice has been conducted for bacterial leaf blight (Chukwu *et al.*, 2019), eight grain yield-related QTLs (quantitative trait loci; Zong *et al.*, 2012), *cry1Ac* (insect resistance) and lysine rich protein (Liu *et al.*, 2016), blast, bacterial blight and BPH resistance genes in restorer lines (Ji *et al.*, 2016). Meanwhile, just recently QTLs for salinity, drought and submergence have been successfully pyramided into cv. Improved White Ponni (Muthu *et al.*, 2020). These pyramiding efforts are valuable for creating new cultivars. However, our efforts are different with the above-mentioned experiments. We were focusing on the development of rice genotypes

having resistant to BPH, early maturity and aromatic which is expected to have a significant contribution to our farmers and consumers. Therefore an evaluation for these traits in the early generation is very essential to be done in order to find out the promising genotypes with three valuable traits for next breeding program.

2. Materials and Methods

2.1 Genetic materials

Eleven genotypes (genotypes #1 to #11) obtained from previous gene pyramiding program (Tambunan *et al.*, 2019) were used as genetic materials. Those genotypes were derived from hybridization between PP51 (Pandanwangi/PTB-33) X CAKA283 (Ciapus/Kitaake). PP51 and CAKA283 have been selected from hybridization between Pandanwangi (aromatic) x PTB33 (BPH resistant) and Ciapus (high yielding) x Kitaake (early maturity), respectively. Three parental genotypes (Kitaake, Pandanwangi, and PTB33) were also used as the check. The plants were properly grown and maintained in the field with sufficient water, fertilizers and pest and disease control according to integrated crop management (Abdulrachman *et al.*, 2013)

2.2 Molecular analysis

For molecular analysis, genomic DNA was isolated from young leaves using CTAB method (Dellaporta *et al.*, 1983) with a slight modification. The quality and quantity DNA were checked by using spectrophotometer (Rayleigh UV-9200). DNA quantity was measured at a wavelength of 260nm and 280nm in spectrophotometer. DNA amplification was done using PCR (polymerase chain reaction) machine (Mastercycler Eppendorf). The component for PCR reaction is template DNA (1µL), Forward and Reverse primers (each 1µL), Go Taq Green Master Mix (9.5µL) with total volume 12.5µL.

PCR product was electrophoresed using 1.5-3.0% agarose gel 0.5x TBE buffer at 75V for 70-90 min. Gel agarose was then immersed in 0.2µg/ml Ethidium-Bromide solution for 15-20 min. DNA visualization was performed using gel documentation system (G-Box, Syngene) and estimation of the DNA band size was aided using GeneTools (Syngene).

SSR markers i.e., RM586 and RM589 with PCR product 271bp and 186bp, respectively, were applied. These markers were linked to *Bph3* resistance gene (Jairin *et al.*, 2007) and also RM8213 with PCR product 177bp (Sun *et al.*, 2005). For detecting early maturity, RM7610

(Moeljopawiro *et al.*, 2010) and RM19414 (Anas and Carsono, 2010), with PCR product 133bp and 504bp, respectively, were employed. To detect fragrant rice, we applied IFAP (Internal Fragrant Antisense Primer) for detecting aromatic (257bp) and INSP (Internal Non-fragrant Sense Primer) for non-aromatic (355bp). These markers were applied for aromatic detection because the pattern result can be seen clearly (Bradbury *et al.*, 2005).

Molecular analysis was done by comparing the banding pattern of DNA on progeny with its parental descriptively.

2.3 Phenotypic evaluation

Measurement of phenotypic data was recorded on BPH resistant traits including: chlorophyll content (*Chlorophyll Content Meter* CCM200 Optisciences), stomata conductance (in $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, *Leaf Porometer* from Decagon Devices Inc.) and trichome density (binocular microscope, model BM-180 SP). Two agronomic traits i.e., aromatic (sensory test) and heading date (days after transplanting) which represent early maturity were also recorded. Aroma was detected by sensory test using 1.7% KOH following Sood and Siddiq (1978). Six panellists were subjected to detect aroma. Scoring was employed from no aroma (0) to strong aroma (3). The genetic distance among genotypes

with their parents was measured based on some phenotypic traits including chlorophyll content, stomata conductance and trichome density (BPH resistance related traits) using UPGMA (the Unweighted Pair-Group Method of Arithmetic Average) Cluster analysis in the NTSYS-PC program version 2.0.

3. Results

Based on DNA visualization, all three markers that are associated with the BPH resistance showed polymorphism as detected by GeneTool (Fig. 1, 2 and 3). Visualization of agarose gel electrophoresis using RM586 showed band size at 271bp, while using RM589 and RM8213, DNA fragment size at 186bp and 177bp were obtained, respectively. DNA fragment size of pyramided genotypes was also similar with that of PTB-33 as a BPH resistant donor parent.

Meanwhile, DNA patterns of 11 pyramided genotypes and their parents are presented in Fig. 4. All progenies were aromatic, as seen in Fig. 4 (from genotypes #1 to #11) No contradiction between molecular testing (Fig. 4) and sensory test (Table 1) for all progenies, although with different intensity of aroma (from score 1.0 to 2.0), with a bit lower with cv. Pandanwangi (their parent).

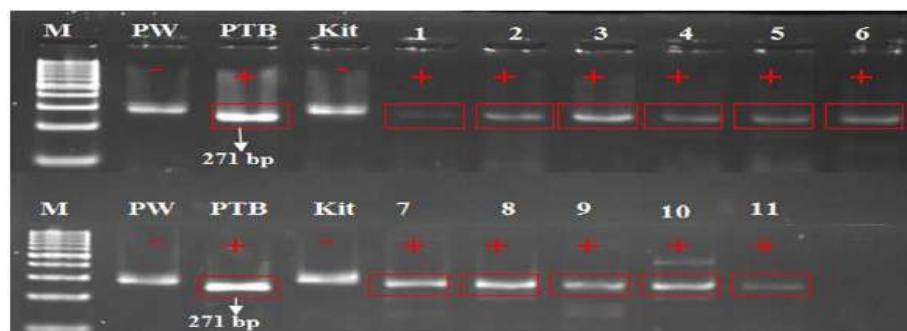


Fig. 1. DNA profile of RM586 SSR marker of pyramided genotypes along with their parents. M = 100 bp DNA Ladder; PW = Pandanwangi; Kit = Kitaake; = DNA fragment with 271bp size. + = Band pattern accordance with the target. - = DNA fragment not accordance with the target expected.

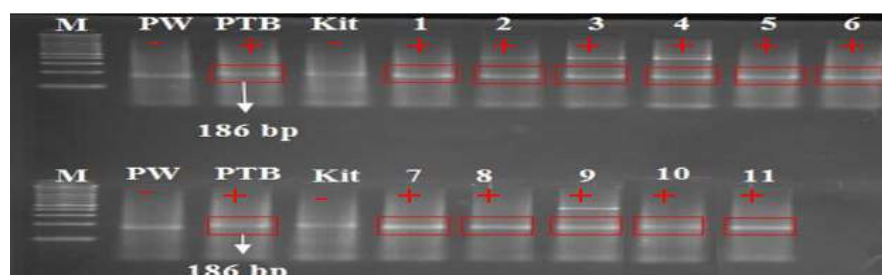


Fig. 2. DNA profile of RM589 SSR marker of pyramided genotypes along with their parents. M = 100bp DNA Ladder ; PW = Pandanwangi; Kit = Kitaake; = DNA fragment with 186bp size; - = Band pattern not accordance with the target expected.

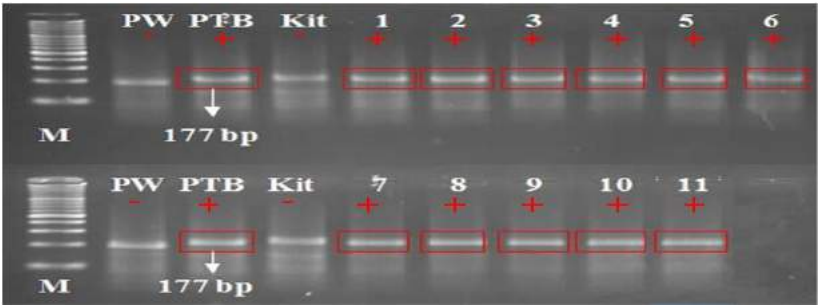


Fig. 3. DNA profile of RM8213 SSR marker of pyramided genotypes along with their parents. M = 100bp DNA Ladder; PW = Pandanwangi; Kit = Kitaake; = DNA fragment with 177bp size; - = Band pattern not accordance with the target expected.

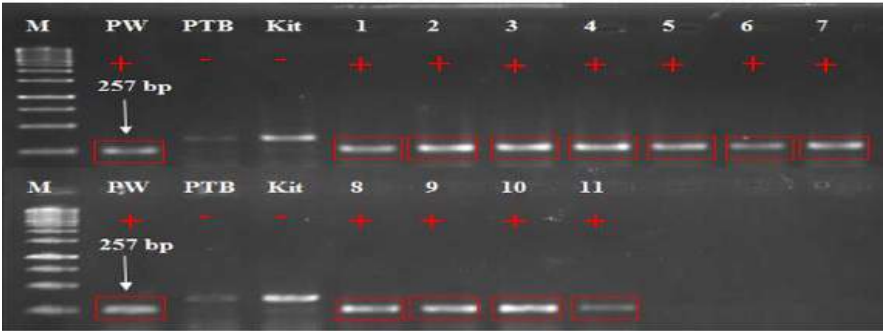


Fig. 4. DNA fragment of aromatic marker of pyramided genotypes along with their parents. Note: M = DNA ladder 1 kb; = DNA fragment with 257bp size. + = correspond to aromatic marker; - = not correspond to aromatic marker. PW= Pandanwangi, PTB= PTB33 and Kit= Kitaake.

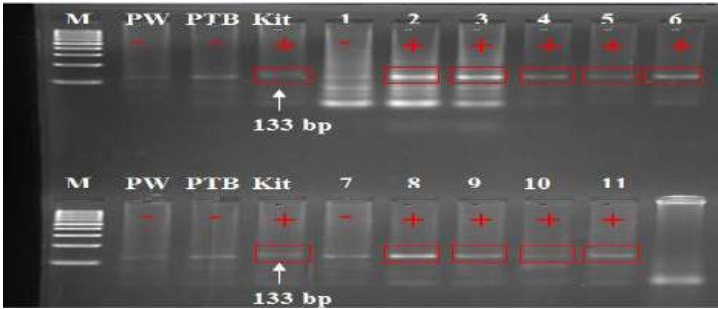


Fig. 5. DNA fragment of RM7601 SSR marker of pyramided genotypes along with their parents. M = 100bp DNA Ladder; PW = Pandanwangi; Kit = Kitaake; = DNA fragment with 133bp; + = correspond to aromatic marker; - = DNA fragment not correspond to the target expected.

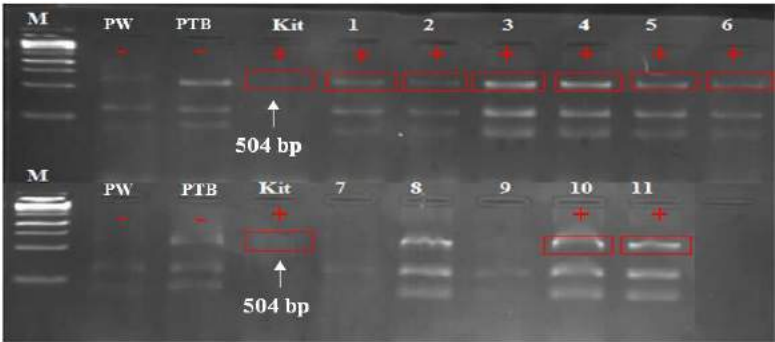


Fig. 6. DNA fragment of RM19414 SSR marker of pyramided genotypes along with their parents. M = 100bp DNA Ladder; PW = Pandanwangi; Kit = Kitaake; = DNA fragment with 504bp; + = DNA fragment correspond to the expected band; - = DNA fragment not correspond to the band expected.

Table 1. Evaluation of aroma compound using sensory test (1.7% KOH) on 11 pyramided genotypes and their parents

No.	Geno- type	Aromatic (+) or Non-aromatic (-)	Score	Category
1	#1	+	1.40	Aromatic
2	#2	+	2.00	Aromatic
3	#3	+	1.80	Aromatic
4	#4	+	1.40	Aromatic
5	#5	+	1.00	Aromatic
6	#6	+	1.60	Aromatic
7	#7	+	1.20	Aromatic
8	#8	+	1.80	Aromatic
9	#9	+	1.80	Aromatic
10	#10	+	1.20	Aromatic
11	#11	+	1.40	Aromatic
12	Pandan wangi	+	2.25	Aromatic
13	PTB33	-	0	Non-aromatic
14	Kitaake	-	0	Non-aromatic

Notes: + = aromatic rice; - = non-aromatic rice; score >1 = aromatic rice

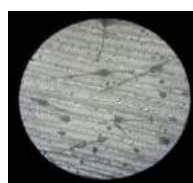
For heading date which has been well-known as quantitative trait with many genes involved (Wei *et al.*, 2020), both molecular markers RM76021 and RM19414 could amplify DNA fragments which are similar with those of Kitaake. RM7601 (Moeljopawiro *et al.*, 2010) was supposed to link with *Hd2* gene, meanwhile, RM19414 with *Hd3* gene (Anas and Carsono, 2010). Pyramided genotypes with similar DNA fragment size as Kitaake's fragment were genotypes #2, #3, #4, #5, #6, #8, #9, #10, #11 (Fig. 5). DNA amplification using RM19414 with PCR product size was 504bp was found on some genotypes #1, #2, #3, #4, #5, #6, #10, and #11 (Fig. 6).

PTB33 had chlorophyll content and trichome density was much higher than that of other genotypes (Table 2, Fig. 7). Meanwhile, stomata conductance of pyramided genotypes #1, #5, #6 and #11 was higher than those of progenies, and their parents (Table 2).

Table 2. Chlorophyll content, stomata conductance and density of trichome

Genotypes	Chlorophyll content (CCI)	Stomata conductance (mmol m ⁻² s ⁻¹)	Trichome density	Aromatic with its score	Heading date (DAT)
#1	17.78	56.56	10	Aromatic (1.40)	79
#2	13.47	37.11	9	Aromatic (2.00)	87
#3	16.97	43.67	7	Aromatic (1.80)	80
#4	14.36	37.44	9	Aromatic (1.40)	79
#5	15.74	45.44	3	Aromatic (1.00)	85
#6	14.03	53.33	6	Aromatic (1.60)	85
#7	16.33	37.22	7	Aromatic (1.20)	88
#8	16.40	34.78	1	Aromatic (1.80)	87
#9	17.48	38.89	3	Aromatic (1.80)	92
#10	15.68	37.56	1	Aromatic (1.20)	91
#11	13.26	52.67	3	Aromatic (1.40)	94
Pandanwangi	12.34	36.73	0	Aromatic (2.25)	68
PTB33	19.92	45.33	20	Non-aromatic (0)	71
Kitaake	11.70	36.94	0	Non-aromatic (0)	31

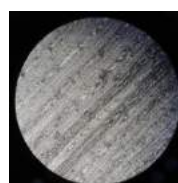
Notes: CCI = Chlorophyll content index; mmol m⁻² s⁻¹ is the measure of the rate of passage of carbon dioxide (CO₂) entering, or water vapor exiting through the stomata of a leaf. DAT= days after transplanting.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fig 7. Trichome density of some rice genotypes (a) Genotype #6, (b) PTB-33 (BPH resistant) (c) Pandanwangi (BPH susceptible) (d) Kitaake (BPH susceptible).

4. Discussion

Evaluation of Pyramided Genotypes using Molecular Markers

Developing multiple traits in rice has been conducted by many researchers all over the world (Ji *et al.*, 2016; Lan and Chao, 2011). Improving rice resistant to BPH through introgression of BPH resistance genes derived from PTB33 has been applied in this experiment. BPH resistance genes found in PTB33 are *bph2* and *Bph3* (Santhanalakshmi *et al.*, 2010; Velusamy *et al.*, 2016), *Bph4* (Jairin *et al.*, 2007), *Bph32* (Ren *et al.*, 2016), *Bph4*, *Qbph4*, *Qbph17* (Nugaliyadde *et al.*, 2007), and supposed unknown other QTLs. PTB33 has been well-known as donor parent for BPH resistance in rice breeding (Jairin *et al.*, 2007; Ren *et al.*, 2016; Jiang *et al.*, 2018) and BPH resistant genes from PTB33 (derived from a hybridization of Pandanwangi x PTB33) have been inherited to other rice lines. In our cases BPH resistant genes of PTB33 have been transmitted to the all pyramided genotypes. This study is in accordance with Nugaliyadde *et al.* (2007) who found that the PTB33 had multiple BPH resistant genes with dominant trait inherited to the next generation (F₁ and F₂ progenies) from a hybridization between PTB33 and TN1 (Taichung Native 1). *Bph3*, *Bph4*, *Qbph4*, *Qbph17*, and *Bph32* were dominance genes found in PTB33. Some promising lines resulted from some research above would be beneficial, thus they will contribute to the genetic improvement of rice crop resistant to BPH.

For aroma assessment, it was found that all progenies had equal DNA fragment with cv. Pandanwangi which has been well-known as superior aromatic rice. PCR product produced by cv. Pandanwangi and 11 pyramided genotypes was 257bp, thus indicating as homozygous aromatic genotypes (Fig. 4), which is a bit far as we expected. It is supposed to be non-aromatic genotype (heterozygote constitution) since they were derived from a hybridization between aromatic rice PP51 (Pandanwangi/PTB33) x non-aromatic rice CAKA283 (Ciapus/Kitaake).

This genetic inheritance is surprising since eleven pyramided genotypes derived from hybridization between aromatic PP51 (Pandanwangi/PTB33) and non-aromatic CAKA283 (Ciapus/Kitaake). It is likely that aroma (derived from Pandanwangi) is not controlled by a single recessive gene. However some studies found that the aromatic trait is controlled by a single recessive gene (Sun *et al.*, 2008; Patil and Patil, 2012). But Fitzgerald *et al.* (2008) argued that any other *fgr* gene controlling aroma in rice. This study founds that about 15 genotypes of rice from South

East Asia that are not associated with *fgr* allele but they were categorized as aromatic rice due to the accumulation of 2-AP compounds. One of the rice varieties tested was a local Indonesian rice cv. Pandanwangi, which used in this study. Based on this study it can be assumed that there are other allele that can accumulate 2-AP compounds or may other mutated gene drives the accumulation of the 2-AP. Our result found that all pyramided genotypes had aromatic compound as detected by KOH 1.7% (Table 1) and molecular markers developed by Bradbury *et al.* (2005), suggesting there is other allele controlling the aroma for the case of Pandanwangi as a parent (genetic background).

Other researchers found that aroma is controlled by QTLs, quantitative trait loci (Lorieux *et al.*, 1996; Pachauri *et al.*, 2010). Three QTLs have been mapped, viz. *qaro3-1*, *qaro4-1* and *qaro8-1* which is located on chromosome 3, 4 and 8, respectively. Many studied revealed that volatile compounds present in the leaf and rice grain, 2-acetyl-1-pyrroline (2-AP) is a key compound that presents in all aromatic rice cultivars (Pachauri *et al.*, 2010; Fitzgerald *et al.*, 2008). Other case, Sun *et al.* (2008) revealed that aromatic trait did not found on F₁ progeny from crosses between non-aromatic and aromatic genotype, but 3 : 1 (non-aroma versus aroma) segregation ratio observed in the F₂, indicating a recessive gene controlling aroma. This condition is not in accordance with our case, in which hybridization between aromatic rice versus non-aromatic one obtaining all homozygous aromatic rice. Pachauri *et al.* (2010) found a significant variation in the type and intensity of aroma in the different groups of aromatic rice varieties, suggesting involvement of additional chemical compounds in varying proportions.

Evaluation of pyramided genotypes by phenotypic characterization

Phenotypic evaluation found that all pyramided genotypes did not express heading date (flowering time) really similar with heading date of Kitaake, suggesting many genes controlling this quantitative trait (Hu *et al.*, 2015). *Hd2* and *Hd3* are major genes controlling the trait. Around 255 QTLs distributed widely across the Asian rice genome. 128 QTLs have been identified by previous study such as *Hd1*, *Hd6*, *Hd3a*, *Ghd7*, *DTH8* and *RFT1*, and other 127 QTLs were detected in different chromosomal regions than heading date genes (Hori *et al.*, 2015). Due to so many QTLs are involved for heading date, it is difficult to obtain rice genotype with heading date is very close to Kitaake.

According to finding in chlorophyll content and trichome density in which PTB33 had chlorophyll

content and trichome density was much higher than that of other genotypes (Table 2, Fig. 8). Watanabe and Kitagawa (2000) found that chlorophyll content, protein content of leaves and photosynthetic rate of two susceptible rice genotypes reduced when feeding to BPH. Changes in chlorophyll content may occur as a result of BPH infection since BPH is sucking the phloem sap, thus rice leaf turn become yellow. However in our research, feeding to BPH is not conducted, but our data provide important insight of physiological characteristic of rice plant resistant to BPH.

In addition, Wang *et al.* (2008) proved that there was a very significant decrease in the chlorophyll content of rice genotype that susceptible to BPH, while it did not occur in resistant cultivars after invested by BPH. Presumably due to chlorophyll content in resistant cultivars is higher than that of the susceptible one physiologically. High chlorophyll content is likely to be able to support rice growth and development although rice plant has invested by BPH.

High chlorophyll content and trichome (pubescent leaves) density (Hu *et al.*, 2013) may be beneficial as defense mechanism against BPH infestation. Genotypes #1, #3, #4, #5, #6, #7, #9 and #11 had chlorophyll content, stomata conductance and trichome density that inherited from PTB33, although their phenotype was not exactly similar with those of PTB33 since other genes/alleles derived from other parents (Pandanwangi, Ciapus and Kitaake). These lines need some backcrosses program to cv. Pandanwangi or Ciapus for accumulating favorable genes in one genotype. Hybridization to other superior genotype is also recommended in order to combine other valuable traits.

Furthermore trichome density was negatively correlated with BPH (Chandramani *et al.*, 2009) suggesting the more the trichome density the lower the number of BPH number on rice plant. It is possible that trichome density may inhibit BPH's feeding behaviour. Resistance mechanisms based on the density of trichomes is an antixenosis resistance in which rice plant is not chosen by BPH as host for feeding, fecundity and development.

According to the data on Table 2 and Table 3, it can be seen that #1, #2, #4, #6, and #11 are genotypes that resemble to the PTB33. These genotypes will be further evaluated. Meanwhile, stomata conductance of pyramided genotypes #1, #5, #6 and #11 was higher than those of progenies, and their parents (Table 2), indicating the potential of these genotypes as resistant rice genotype particularly for BPH. It has been known that Nitric Oxide (NO), a compound that involved in many physiological processes including the opening and

closing of stomata. NO levels can incline due to eating or sucking activity of BPH in rice. Increased levels of NO in plants may cause a decreasing in stomata conductance thus, consequently the presence of plant water loss. However, genotypes that highly resistant to BPH they possessed high stomata conductance ability which may help to slow the water shortages (Liu *et al.*, 2011).

5. Conclusion

Simple sequence repeats markers found 11 pyramided genotypes with BPH resistance genes (*Bph3*, *Bph4*, *Qbph4* and *Bph17*) and aroma (*fgr* gene) and early maturity (*Hd2* and *Hd3* genes). Seven genotypes (#2, #3, #4, #5, #6, #10, and #11) were related to all traits expected based on molecular marker analysis. Meanwhile genotypes #1, #2, #4, #6, and #11 were similar with their parents based on phenotypic analysis. Gene pyramiding program assisted by molecular and phenotypic markers open the possibility to combine three valuable traits into one rice genotype as presented in this study. Further assessment on their benefits will be soon conducted in order to contribute to rice breeding program in Indonesia.

6. Acknowledgment

We greatly appreciate a research grant # 431/UN6.3/PL//2016 provided by Directorate General of Higher Education (DGHE)-Indonesia Ministry of Research, Technology and Higher-Education (Science and Technology Development Grant) awarded to NC.

7. References

- Abdulrachman S, Mejaya MJ, Sasmita P and Guswara A. 2013. Integrated Crop Management. Paddy Rice. (in Bahasa Indonesia). Ministry of Agriculture. Indonesian Agency for Research and Development. Pp52.
- Anas and Carsono N. 2010. Genetic background of Indonesia rice germplasms with early maturity (90-104 DAT) and drought tolerance (-30Kpa). Research report. Ministry of Agriculture. Jakarta. 74pp. *Unpublished*.
- Bahagiawati. 2012. Contribution of molecular markers in controlling brown planthoppers. Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian 5(1): 1-18.
- BPS. 2020. Human population growth rate by province, 1971-2019. <https://www.bps.go.id/statictable/2009/02/20/1268/laju-pertumbuhan-penduduk-menurut-provinsi-1971---2019.html>. Accessed on July 15, 2020.

- Bradbury LMT, Henry RJ, Jin Q, Russell FRF and Waters DLE. 2005. A perfect marker for fragrance genotyping in rice molecular breeding. *The Plant Biotechnology Journal* 16: 279-283.
- Chandramani P, Rajendran R, Sivasubramania and Muthiah P. 2009. Impact of biophysical factors as influenced by organic sources of nutrients on major pests of rice. *Journal of Biopesticides* 2 (1): 01-05.
- Cruz ND and Khush GS. 2000. Rice grain quality evaluation procedures. In: Aromatic rices. Singh RK, Singh US, Khush GS (Eds). *Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi, India.* pp 16-28.
- Chukwu SC, Rafii MD, Ramlee SI, Ismail SI, Oladosu Y, Okporie E, Onyishi G, Utobo E, Ekwu L, Swaray S and Jalloh M. 2019. *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 33 (1): 440-455. <https://doi.org/10.1080/13102818.2019.1584054>.
- Dellaporta SL, Wood J and Hicks JB. 1983. A plant DNA miniprep: version II. *Plant. Mol. Biol. Rep.* 1(4): 19-21
- Fitzgerald MA, Hamilton NRS, Calingacion MN and Butardo VM 2008. Is there a second fragrance gene in rice. *Plant Biotechnology Journal* 6: 416-423.
- Francis, DM, Merk HL and Covert DN. 2012. Gene pyramiding using molecular markers. The Ohio State University and University of Nebraska-Lincoln. Available at <http://www.extension.org/>.
- Hori K, Nonoue Y, Ono N, Shibaya T, Ebana K. and 30 authors. 2015. Genetic architecture of variation in heading date among Asian rice accessions. *BMC Plant Biology* 15:115. DOI 10.1186/s12870-015-0101-x.
- Hu B, Wan Y, Li X, Zhang F, Yan W and Xie J. 2013. Phenotypic characterization and genetic analysis of rice with pubescent leaves and glabrous hulls (*PLgh*). *Crop Sci.* 53:1878-1886. doi: 10.2135/cropsci2012.09.0522
- Hu J, Xiao C and He Y. 2016. Recent progress on the genetics and molecular breeding of brown planthopper resistance in rice. *Rice* 9: 30. Doi: 10.1186/s12284-016-0099-0
- Jairin J, Phengrat K, Teangdeerith S, Vanavichit A and Toojinda T. 2007. Mapping of a broad spectrum brown planthopper resistance gene, *Bph3*, on rice chromosome 6. *Molecular Breeding* (19):35-34.
- Jiang L, Xu J, Wei X, Wang S, Tang J, Zhai H and Wan J. 2007. The inheritance of early heading in the rice variety USSR5. *Journal of Genetics and Genomics* 34 (1): 46-55.
- Ji Z, Yang S, Zeng Y, Yan Liang Y, Yang C and Qian Q. 2016. Pyramiding blast, bacterial blight and brown planthopper resistance genes in rice restorer lines. *Journal of Integrative Agriculture* 15 (7): 1432-1440.
- Lan W and Chao W. 2011. Application of molecular marker assisted selection in gene pyramiding and selection of new cultivars. *Journal of Northeast Agricultural University* 18 (1):79-84.
- Liu X, Zhang C, Li X and Tu J. 2016. Pyramiding and evaluation of both a foreign *Bacillus thuringiensis* and a *Lysine-rich protein* gene in the elite *indica* rice 9311. *Breeding Sci.* 66(4): 591-598.
- Liu Y, He J, Jiang L, Wu H, Xiao Y, Liu Y and Li G. 2011. Nitric oxide production is associated with response to brown planthopper infestation in rice. *Journal of Plant Physiology* 168 (8): 739-745. doi: 10.1016/j.jplph.2010.09.018.
- Lorieux M, Pterov M, Huang N, Guiderdoni E and Ghesquiere A. 1996. Aroma in rice: genetic analysis of a quantitative trait. *Theor Appl Genet* 93:1145-1151
- Moeljoprawiro S, Musdiar B and Taslihah. 2010. Molecular marker application that associated with early maturity 90 days and high yield 7 ton/Ha in rice. *Laporan Akhir Program Riset Intensif 2010*. Bogor. BB Biogen.
- Muthu V, Abbai R, Nallathambi J, Rahman H, Ramasamy S, Kambale R, Thulasinathan T, Ayyenar B and Muthurajan R. 2020. Pyramiding QTLs controlling tolerance against drought, salinity and submergence through marker assisted breeding. *Plos One* <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227421>.
- Nugaliyadde L, Abeyasiriwardena DSD, Samanmalee LGA, Pathirana R and Wilkins RM. 2007. Inheritance of resistance in rice to brown planthopper: its implications on rice varietal improvement in Srilanka. Available at <http://www.goviya.lk/agrilearning/Paddy/>.
- Pachauri V, Singh Mk, Singh AK, Singh S, Shakeel NA, Singh VP and Singh NK. 2010. Origin and genetic diversity of aromatic rice varieties, molecular breeding and chemical and genetic basis of rice aroma. *J. Plant Biochemistry & Biotechnology* 19 (2):127-143.
- Patil KG and Patil VG. 2012. Inheritance of aroma in aromatic rice (*Oryzasativa L .*) genotypes. *Annals of Biological Research* 3 (12): 5472-5474.
- Ren J, Gao F, Wu X, Lu X, Zeng L, Lv J, Su X, Luo H and Ren G. 2016. *Bph32*, a novel gene encoding an unknown SCR domain-containing protein, confers resistance against the brown

- planthopper in rice. *Sci Rep.* 6, 37645; doi: 10.1038/srep37645.
- Santhanalakshmi S, Saikumar S, Rao S, SaiHarini A, Khera P, Shashidar HE and Kadirvel P. 2010. Mapping genetic locus linked to brown planthopper resistance in Rice *Oryza sativa* L. *Intl. J of Plant Breeding and Genetics* 4(1): 13-22.
- Sood BC and Siddiq EA. 1978. A rapid technique for scent determination in rice. *Indian J. Genet. Plant Breed.* 38: 268-271.
- Sun L, Su, C, Wang C, Zhai H, and Wan J. 2005. Mapping of a major resistance gene to the brown planthopper in the rice cultivar Rathu Heenati. *Breeding Science* Vol. (55): 391-396.
- Tambunan RR, Sari S, Saragih Y, Carsono N and Wicaksana N. 2019. Study of pyramided rice based on molecular and phenotypic markers (in Bahasa Indonesia). *Agrikultura* 30 (3): 100-108.
- Tanaka K. 2003. Quantitative genetic analysis of biotypes of planthopper of *Nilaparvata lugens*: heritability of virulence to resistant rice varieties. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 90:279-287.
- Velusamy R, Kumar MG and Edward YSJT. 1995. Mechanisms of resistance to the brown planthopper *Nilaparvata lugens* in wild rice (*Oryza* spp.) cultivars. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 74: 245-251.
- Wang Y, Wang X, Yuan H, Chen R, Zhu L, He R, and He G. 2008. Responses of two contrasting genotypes of rice to brown planthopper. *The American Phytopathological Society: Molecular Plant-Microbe Interactions* 21(1): 122-132.
- Watanabe T and Kitagawa H. 2000. Photosynthesis and translocation of assimilates in rice plants following phloem feeding by the planthopper *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae). *J. Econ. Entomol.* 93 (4): 1192-1198.
- Wei Z, Hu W, Lin Q, Cheng X, Tong M, Zhu L, Chen R and He G. 2009. Understanding rice plant resistance to the brown planthopper (*Nilaparvata lugens*): A proteomic approach. *Proteomics* 9(10):2798-808. doi: 10.1002/pmic.200800840.
- Wei H, Wang X, Xu H and Wang L. 2020. Molecular basis of heading date control in rice. *aBIOTECH* DOI <https://doi.org/10.1007/s42994-020-00019-w>
- Yadavalli V, Narwane GP, Krishna MSR, Pothi N, Muthusamy B. 2012. Tagging of brown planthopper resistance genes in F2s of IR50 9 Ptb33 of rice using bulked segregant analysis. *Rice Sci* 19:70-74.
- Yanuarti AR and Afsari MD. 2016. Commodity profile of staple and important commodity of rice (in Bahasa Indonesia). *Ministry of Trade, Republic of Indonesia*. 52 pp.
- Zong W, Wang A, Wang L, Liang G, Gu M, Sang T and Han B. 2012. A pyramid breeding of eight grain-yield related quantitative trait loci based on marker-assistant and phenotype selection in rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Genetics and Genomics* 39: 335-350.

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Review Article****Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman Melalui Solarisasi Tanah*****Control of Environmental Friendly Plants Organism Through Soil Solarization*****Kiki Kusyaeri Hamdani^{1*}, Heru Susanto¹**¹Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Barat, Jl. Kayuambon No.80 Lembang, Kabupaten Bandung Barat, 40391

Diterima: 20 Maret 2020/Disetujui: 16 Desember 2020

ABSTRACT

Plant-disturbing organisms such as pests, pathogens, and weeds cause problems in crop cultivation so they need proper handling. Soil solarization is an alternative to pest control. This paper discusses information on the control of disruptive organisms by solarizing technology. Some of the components that play a role in the solarization process, namely the sun as an energy source, plastic mulch as an energy source converter, and soil moisture as a trap and conductor of heat produced by plastic in deeper soil depths. Solarization of the soil is environmentally friendly and is carried out before planting by managing heat energy from solar radiation. The best soil solarization is by using transparent plastic sheets because they are translucent, where most of the light is transmitted through the plastic sheet and only a little is absorbed and reflected. High soil temperatures due to soil solarization can suppress soil pathogens, soil pests, and weed propagules and can increase soil fertility, growth, and crop yield.

Keywords: *Diseases; Pest; Transparent plastic; Weeds.***ABSTRAK**

Organisme pengganggu tumbuhan (OPT) seperti hama, patogen, dan gulma menimbulkan masalah dalam budidaya tanaman sehingga perlu upaya penanganan yang tepat. Solarisasi tanah merupakan salah satu alternatif pengendalian OPT tersebut. Makalah ini membahas informasi tentang pengendalian organisme pengganggu tanaman dengan teknologi solarisasi. Beberapa komponen yang berperan dalam proses solarisasi yaitu radiasi matahari sebagai sumber energi, mulsa plastik sebagai pengubah sumber energi, serta lengas tanah sebagai penangkap dan penghantar panas yang dihasilkan plastik pada jeluk tanah yang lebih dalam. Solarisasi tanah bersifat ramah lingkungan dan dilakukan sebelum tanam dengan mengelola energi panas dari radiasi matahari. Solarisasi tanah terbaik yaitu dengan menggunakan lembaran plastik transparan karena bersifat tembus cahaya dimana sebagian besar cahaya ditransmisikan melalui lembaran plastik dan hanya sedikit yang diserap dan dipantulkan. Suhu tanah yang tinggi akibat solarisasi tanah dapat menekan patogen tanah, hama tanah, dan propagul gulma serta dapat meningkatkan kesuburan tanah, pertumbuhan dan hasil tanaman.

Kata kunci: *Gulma; Hama; Penyakit; Plastik transparan.***1. Pendahuluan**

Organisme pengganggu tumbuhan (OPT) menimbulkan masalah dalam budidaya tanaman sehingga perlu upaya penanganan yang tepat.

Organisme pengganggu tanaman terdiri atas hama, patogen, dan gulma. Seiring dengan penerapan beberapa faktor agronomi yang tidak bijaksana seperti penggunaan pestisida yang kurang tepat atau berlebihan, dapat mendorong timbulnya

*Korespondensi Penulis.

E-mail : kusyaeri_fuji@yahoo.co.id (K.K. Hamdani)

DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v4i2.127>

permasalahan baru di bidang perlindungan tanaman sehingga menimbulkan banyak kerugian misalnya kehilangan hasil panen. Pengendalian OPT pada umumnya selalu fokus pada penggunaan pestisida agar tanaman dapat berproduksi secara maksimal meskipun tidak semua gangguan pada tanaman dapat diatasi dengan menggunakan pestisida. Penggunaan pestisida yang berlebihan akan berdampak negatif terhadap produk yang dihasilkan, kesehatan manusia baik petani maupun konsumen, dan lingkungan. Hewan atau organisme lain yang bermanfaat bagi tanaman (mikroba tanah) yang berperan terhadap ketersediaan hara yang dibutuhkan tanaman dan memperbaiki struktur tanah juga akan terganggu. Oleh karena itu, perlu digunakan cara pengendalian OPT lainnya sebagai alternatif yang lebih tepat dan aman dalam rangka mendukung pertanian ramah lingkungan dan keamanan pangan.

Para pakar perlindungan tanaman melalui penelitian intensif banyak menghasilkan beberapa komponen pengendalian non kimiawi pada tanaman yang dibudidayakan seperti teknis budidaya, pengendalian secara fisik dan mekanis, varietas tahan, pengendalian hayati, dan pestisida nabati. Pemberian agen hayati, bahan organik, dan solarisasi tanah merupakan cara pengendalian hama dan penyakit tanah yang bersifat ramah lingkungan dan menghindari degradasi sumberdaya alam (Ibrahim & Abdelaziz 2017).

Solarisasi tanah (*soil solarization*) merupakan salah satu inovasi teknologi pengendalian OPT yang bersifat ramah lingkungan yang dilakukan sebelum tanam (pra-tanam) dengan mengelola energi panas dari radiasi matahari. Cara tersebut efektif untuk mengendalikan patogen tanah, serangga, dan gulma. Konsep dasar solarisasi tanah adalah pemanfaatan energi matahari untuk memanaskan lensa tanah melalui penutupan tanah dengan menggunakan plastik transparan selama beberapa waktu sehingga terjadi peningkatan suhu lapisan tanah bagian atas. Solarisasi tanah meliputi beberapa unsur yaitu radiasi matahari sebagai sumber energi, dan plastik transparan (polietilen) sebagai pengubah sumber energi, kemudian lensa tanah sebagai penangkap dan penghantar panas yang dihasilkan plastik pada jeluk tanah yang lebih dalam, serta OPT sebagai sasaran dari solarisasi tanah (Paiman 2016). Solarisasi tanah merupakan salah satu alternatif pengelolaan habitat untuk memanipulasi kondisi fisik yang dapat meningkatkan supresivitas tanah atau penekanan terhadap penyakit tanaman yang berasal dari tanah (Hadiwiyono 2010).

Faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas solarisasi tanah yaitu jarak lokasi dengan matahari, cuaca atmosfer, musim, durasi, permukaan tanah, kandungan lensa tanah, warna tanah, dan arah bedengan. Teknik solarisasi harus dilakukan secara benar agar hasil yang diperoleh maksimal diantaranya dilakukan secara berulang-ulang, pada kedalaman tanah maksimal, dan adanya konsistensi suhu dalam waktu yang lama (Katan & De Vay 1991). Perlakuan solarisasi tanah sebaiknya dilakukan di musim kemarau atau musim dengan jumlah hari panas yang lebih banyak dibanding hari hujan agar peningkatan suhu tanah berjalan secara optimal. Menurut Saremi *et al.* (2011) metode solarisasi termasuk sederhana, efektif, tidak merusak lingkungan, dan dapat diterapkan di berbagai area pertanian pada musim panas. Solarisasi tanah akan lebih efektif jika diterapkan di wilayah dengan suhu udara tinggi dan lahan memiliki cukup fasilitas irigasi. Intensitas cahaya matahari yang dipancarkan sampai permukaan bumi juga mempengaruhi perubahan suhu tanah di bawah permukaan lembaran plastik. Semakin tinggi intensitas cahaya matahari menyebabkan semakin tinggi pula suhu tanah pada permukaan tanah. Menurut Paiman *et al.* (2014) terdapat korelasi yang lebih kuat antara intensitas cahaya dengan suhu tanah pada bedengan dengan menggunakan warna plastik hitam dan transparan dibandingkan tanpa plastik dan warna plastik merah.

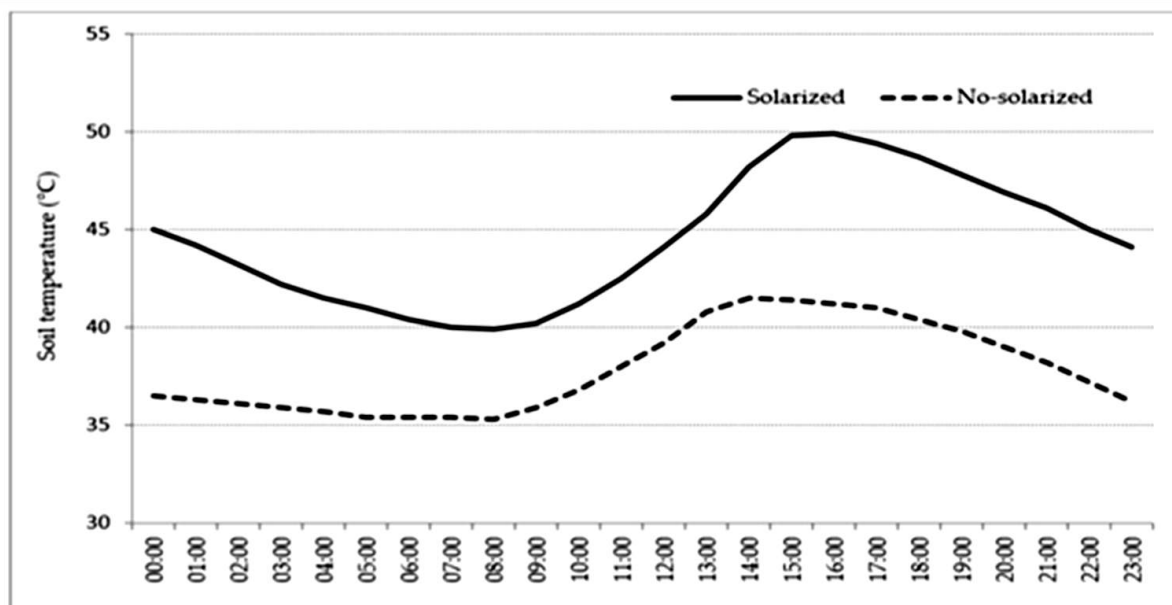
2. Peranan Lembaran Plastik terhadap Suhu Tanah

Proses solarisasi tanah menggunakan bahan perantara seperti mulsa plastik untuk mengubah sumber energi. Beberapa sifat-sifat bahan plastik yang digunakan seperti jumlah dan ketebalan lapisan serta warna bahan berpengaruh nyata terhadap suhu tanah dan meningkatkan efisiensi solarisasi (Al-Shammary *et al.* 2019). Warna dari mulsa plastik sebagai penutup untuk solarisasi berhubungan erat dengan efek suhu yang terjadi. Teknologi solarisasi menggunakan plastik transparan lebih efektif dibandingkan dengan plastik berwarna hitam karena memiliki tingkat absorpsi radiasi matahari lebih tinggi untuk meningkatkan suhu tanah (Tesfaye *et al.* 2016). Saat menggunakan plastik transparan, pada permukaan tanah menghasilkan radiasi bersih yang relatif besar (Al-Shammary & Al-Sadoon, 2014). Proses solarisasi tanah diawali dengan adanya cahaya matahari yang mengenai permukaan plastik transparan kemudian langsung menembus permukaan lembaran plastik hingga masuk ke permukaan tanah. Lembaran plastik sebagai media

solarisasi tanah berperan penting di dalam mengelola energi panas yang berasal dari radiasi matahari. Warna plastik berpengaruh terhadap proses solarisasi tanah karena berkaitan dengan kemampuan optiknya dalam mengubah kuantitas dan kualitas cahaya. Warna plastik transparan lebih efektif dalam meneruskan cahaya matahari dan direkomendasikan untuk tujuan solarisasi tanah karena bersifat tembus cahaya yaitu sebagian besar cahaya ditransmisikan melalui lembaran plastik dan hanya sedikit yang diserap (absorpsi) dan dipantulkan (refleksi). Selain warna plastik, ketebalan plastik juga menentukan besarnya cahaya matahari yang dapat diteruskan ke permukaan tanah, dimana semakin tipis plastik semakin besar cahaya yang dapat diteruskan ke permukaan tanah (Paiman 2016).

Lembaran plastik transparan mempunyai sifat optik yang menggambarkan respon terhadap radiasi cahaya. Panas yang terjadi di sekitar permukaan tanah yang berasal dari radiasi matahari ditahan agar tidak lepas kembali ke atmosfer secara konveksi dengan bantuan lembaran plastik transparan dan akan dipindahkan ke jeluk tanah yang lebih dalam sedangkan perpindahan panas di dalam tanah terjadi secara konduksi (Paiman 2016). Candido *et al.* (2011) menyatakan bahwa solarisasi tanah merupakan

teknik untuk menangkap radiasi matahari dengan tujuan untuk menaikkan suhu tanah dengan menggunakan lembaran polietilen bening. Hasil penelitian Paiman *et al.* (2014) menunjukkan bahwa warna lembaran plastik transparan mampu meneruskan intensitas cahaya matahari lebih tinggi yaitu berkisar antara 92,3-94,7% dibanding warna lainnya sedangkan warna hitam tidak dapat meneruskan cahaya matahari sama sekali (0%). Selain itu, penggunaan plastik transparan memiliki jumlah hari dengan suhu tanah tinggi ($>50^{\circ}\text{C}$) lebih banyak. Penelitian Yaqub & Shahzad (2009) melaporkan bahwa lembaran plastik transparan dapat meningkatkan suhu tanah sampai 52°C sedangkan tanpa solarisasi hanya 36°C . Suhu tanah maksimum di permukaan tanah akan tercapai jika intensitas radiasi matahari mencapai maksimum sedangkan suhu maksimum untuk jeluk tanah yang lebih dalam akan tercapai setelah beberapa saat kemudian (Paiman 2016). Semakin dalam jeluk tanah, maka suhu tanah cenderung menurun (Ratulangi 2004). Solarisasi mampu meningkatkan suhu tanah lebih tinggi dibandingkan tanpa solarisasi pada jeluk tertentu. Selama periode solarisasi tanah terjadi peningkatan rata-rata suhu tanah pada kedalaman 15 dan 25 cm masing-masing sebesar $59,7$ dan $51,3^{\circ}\text{C}$ (Attia 2019).



Gambar 1. Rata-rata suhu tanah per jam pada perlakuan solarisasi dan tanpa solarisasi pada kedalaman 15 cm di Farnel, Milan, Italia (Sabatino *et al.* 2019)

Gambar 1 menunjukkan rata-rata suhu tanah per jam pada perlakuan solarisasi dan tanpa solarisasi pada kedalaman 15 cm (Sabatino *et al.* 2019). Penelitian lainnya menunjukkan bahwa terjadi peningkatan suhu tanah harian pada

kedalaman 15 cm dengan perlakuan solarisasi tanah secara konsisten (Cicu 2005) dan solarisasi pada jeluk tanah 5 dan 15 cm mengakibatkan suhu tanah $10,6$ dan $6,6^{\circ}\text{C}$ lebih tinggi dibandingkan tanpa solarisasi (Moya & Furukawa 2000). Suhu

tanah akibat solarisasi pada kedalaman tanah 5 cm lebih tinggi dibandingkan kedalaman tanah 10 cm (Yaqub & Shahzad 2009). Rata-rata suhu tanah pada kedalaman 5 cm tanpa solarisasi hanya mencapai 29,7 °C sedangkan dengan perlakuan solarisasi dapat mencapai 40,5 °C. Solarisasi tanah dapat meningkatkan suhu tanah sebesar 30,76% dibandingkan non-solarisasi (Brugman *et al.* 2017). Penggunaan lembaran polietilen secara rangkap (*double*) meningkatkan efektifitas dalam menurunkan penyakit dan peningkatan pertumbuhan tanaman tomat akibat adanya peningkatan suhu tanah yang lebih baik selama periode solarisasi di dataran tinggi (Barakat & Masri 2012). Solarisasi tanah dengan lembaran polietilen transparan secara nyata mempengaruhi karakteristik kimia tanah, populasi jamur, pertumbuhan gulma, komponen hasil dan hasil kubis dan terung. Ketika solarisasi tanah dikombinasikan dengan kotoran hewan, efeknya lebih besar lagi (Hamoooh & Alsolaimani 2014).

3. Dampak Solarisasi Tanah

Dampak terhadap Kesuburan Tanah

Solarisasi merupakan proses hidrotermal yang mengakibatkan terjadinya perubahan secara fisik, kimia dan biologi tanah. Peningkatan ketersediaan hara di dalam tanah menjadi salah satu dampak dari solarisasi yang pada akhirnya mengarah pada peningkatan kesehatan dan pertumbuhan tanaman serta mengurangi kebutuhan pupuk. Peningkatan beberapa konsentrasi hara terkait dengan hasil proses dekomposisi organik tanah. Suhu tanah yang dihasilkan oleh solarisasi tersebut mempengaruhi proses-proses yang terjadi di dalam tanah yaitu meningkatkan aktivitas mikroorganisme pada proses perombakan bahan organik tanah, reaksi-reaksi kimia seperti kelarutan hara di dalam tanah, proses-proses pedologis yaitu humifikasi dan mineralisasi serta perubahan lengas tanah. Proses humifikasi dan mineralogi menjadi awal terjadinya perubahan sifat fisik dan kimia tanah akibat solarisasi. Pengaruh solarisasi terhadap sifat kimia dan fisika tanah yaitu mempercepat penguraian bahan organik tanah dan meningkatkan kelarutan hara seperti nitrogen, kalsium, phosphor, magnesium, potasium, dan asam fulvik menjadi lebih tersedia bagi tanaman sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Paiman 2016). Solarisasi sebelum tanam meningkatkan kandungan hara N, P dan K secara nyata di dalam tanah dan menurunkan populasi jamur parasit (Hamoooh & Alsolaimani 2014). Hasil penelitian Yokoe *et al.* (2015) menunjukkan bahwa perlakuan panas pada 45 °C atau solarisasi

berdampak besar terhadap kelimpahan dan komposisi komunitas mikroba, termasuk bakteri pengoksidasi amonia di dalam tanah. Jimenez *et al.* (2012) melaporkan bahwa konsentrasi nutrisi tanaman seperti kalium, kalsium dan magnesium meningkat pada perlakuan solarisasi tanah.

Selain untuk kesuburan tanah, adanya peningkatan suhu tanah akibat solarisasi tanah juga dapat meningkatkan laju degradasi sebagian besar insektisida seperti pirimicarb, pirimiphos methyl, tebufenpyrad, pyriproxyfen, dan pyridaben (Fenoll *et al.* 2011). Degradasi merupakan salah satu proses untuk mengurangi bahkan menghilangkan insektisida dari dalam tanah. Degradasi kimia terjadi terutama melalui fotolisis, hidrolisis, oksidasi, dan reaksi reduksi sedangkan degradasi biologis terjadi ketika mikroorganisme tanah memecah pestisida (Navarro *et al.* 2007).

Dampak terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman

Solarisasi dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Akibat adanya perubahan fisik, kimia, dan biologi tanah yang selanjutnya meningkatkan kesuburan tanah diantaranya meningkatkan ketersediaan larutan hara tanah berdampak terhadap peningkatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pelepasan hara tanah akibat rangsangan panas yang dari solarisasi dilaporkan dapat memacu pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian Cimen *et al.* (2010) menunjukkan bahwa hasil tomat dengan perlakuan solarisasi tiga kali lebih tinggi dibandingkan tanpa solarisasi yang ditandai dengan terjadinya peningkatan kandungan P, K, Mg, Fe, Mn dan Cu pada daun tomat.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan adanya dampak solarisasi tanah terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Hasil penelitian Fortnum *et al.* (2001) menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman tomat dengan solarisasi menggunakan plastik putih lebih baik dibandingkan dengan menggunakan plastik merah dan hitam. Selanjutnya dilaporkan bahwa solarisasi tanah dapat meningkatkan jumlah tanaman dan berat kering selada (Candido *et al.* 2011), produksi dan kualitas paprika (Zayed *et al.* 2013), produksi tanaman kentang sebesar 14,28% dibanding produksi non-solarisasi (Brugman *et al.* 2017). Kombinasi antara solarisasi tanah dengan aplikasi fumigan dosis rendah dapat meningkatkan hasil tanaman cabai antara 31,6-75,6% (Yucel *et al.* 2017). Hasil bawang putih dengan perlakuan solarisasi lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa solarisasi (Mahmoud 2018). Penelitian Neamatallah (2018) melaporkan bahwa solarisasi dengan polietilen transparan baik menggunakan 1 maupun 2 lapis dapat

meningkatkan bobot basah dan bobot kering tanaman kubis. [Jimenez et al. \(2012\)](#) melaporkan bahwa peningkatan suhu tanah akibat solarisasi tanah selama enam puluh hari menyebabkan terjadinya peningkatan luas daun dan diperoleh hasil kacang kering sebesar 3,7 ton per hektar sementara tanpa solarisasi hanya menghasilkan 2,1 ton per hektar.

Dampak terhadap Patogen Tanah

Penyakit biotik yang disebabkan oleh patogen tanah dapat menyebabkan rendahnya hasil pertanian baik pada tanaman hortikultura, pangan, maupun perkebunan. Patogen tular tanah (*soil-born pathogen*) adalah salah satu kelompok mikroorganisme dari banyak jenis mikroorganisme yang terdapat di dalam tanah diantaranya yaitu jamur, bakteri, virus, dan nematode ([Nurhayati 2013](#)). Metode solarisasi tanah yang dilakukan pada musim panas mampu mengurangi kepadatan populasi patogen *Fusarium* seperti *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. pseudograminearum*, *F. moniliforme* dan *F. sambucinum* setelah 2, 4, dan 6 minggu ([Saremi et al. 2011](#)). Jamur *Sclerotium rolfsii* penyebab penyakit layu sklerotium dapat menginfeksi beberapa tanaman seperti nilam, kedelai, cabai, tomat, jagung, kacang hijau, dan kacang tanah ([Magenda 2011](#); [Sumartini 2012](#); [Prasasti et al. 2013](#); [Sukamto & Wahyuno 2013](#)) sedangkan bakteri *Pseudomonas solanacearum* menyebabkan penyakit layu bakteri pada tanaman cabai, tembakau, kentang, kacang tanah, dan suku *Solanaceae* ([Siahaan 2011](#)). Patogen lainnya yaitu *R. solani* menyebabkan kehilangan hasil kacang hijau 42-90% ([Nawar 2008](#)).

Solarisasi juga berpengaruh terhadap mikroorganisme tanah yaitu dengan menghambat pertumbuhan dan mengurangi inokulum patogen tanah ([Morra et al. 2018](#)). Manfaat solarisasi tanah yaitu dapat mengendalikan secara cepat tanah yang terkontaminasi oleh berbagai patogen yang berasal dari kompos yang belum matang atau kotoran hewan di dalam greenhouse ([Wu et al. 2011](#)).

Sensitivitas organisme patogen terhadap panas akibat solarisasi berkaitan dengan batas atas pada fluiditas membran selnya sehingga menyebabkan kehilangan kemampuannya berfungsi pada suhu yang tinggi. Selain itu, penyebab lain kematian patogen adalah adanya inaktivasi sistem enzim secara berkelanjutan terutama enzim pernapasan ([Saremi et al. 2010](#)). Hasil penelitian [Kartini dan Widodo \(2000\)](#) terlihat dari sklerotia yang tidak berkecambah dan ditumbuhi oleh mikroorganisme, seperti *Aspergillus*, *Trichoderma* dan bakteri.

Perlakuan solarisasi selama 8 minggu sangat efektif menekan jamur *S. rolfsii* ([Ratulangi 2004](#)). Suhu optimum patogen tanah berkisar 20-33 °C dan suhu tanah di atas suhu optimum tersebut akan menyebabkan proses metabolisme berjalan sangat cepat sehingga akan merusak proses enzimatik sehingga menghambat pertumbuhan dan mematikan jamur patogen *Sclerotium rolfsii* Sacc. di dalam tanah ([Paiman 2016](#)). Solarisasi selama 15 hari dengan lembaran plastik polietilen pada musim panas efektif mengurangi kepadatan populasi *S. rolfsii* di dalam tanah dan mampu mengendalikan infeksi patogen tersebut pada tanaman kedelai dan bunga matahari ([Yaqub & Shahzad 2009](#)). Solarisasi tanah dapat menurunkan layu kecambah pada kacang tanah, pertumbuhan dan patogenitas sklerotia *S. rolfsii* jika terletak di dekat permukaan tanah. Selain karena suhu, penurunan tersebut juga disebabkan oleh meningkatnya aktivitas mikroorganisme tanah yang menjadi parasit sklerotia ([Kartini & Widodo 2000](#)). Hasil penelitian [Ratulangi \(2004\)](#) melaporkan bahwa solarisasi menggunakan plastik transparan selama 6 minggu, dapat menekan penyakit layu *S. rolfsii* pada kedelai sebesar 6,24% sedangkan tanpa solarisasi mencapai 44,7%. Selanjutnya penelitian dari [Tadesse & Kiros \(2014\)](#) melaporkan solarisasi juga dapat menekan pertumbuhan *Aspergillus* spp pada tanah yang ditanami kacang tanah.

Solarisasi pada tanah untuk pembibitan dan sebelum tanam selama 5-7 minggu dapat menekan kejadian dan indeks penyakit akar gada serta meningkatkan produksi tanaman kubis di lapangan. Efek kumulatif dari suhu tanah harian selama solarisasi berlangsung diduga menjadi penyebab terjadinya penghambatan terhadap penyakit dan bukan tidak disebabkan oleh pengaruh langsung dari peningkatan suhu tanah. Efek tersebut berpengaruh terhadap terjadinya peningkatan populasi mikroba rizosfer terutama aktinomisetes yang diduga berperan langsung menekan *P. brassicae* ([Cicu 2005](#)). Hasil penelitian [Nurjanani \(2017\)](#) menunjukkan bahwa pengendalian penyakit melalui solarisasi tanah dapat menghambat penyebaran *Phytophthora infestans* pada tanaman kentang. [Carrieri et al. \(2013\)](#) melaporkan bahwa solarisasi tanah dapat menghambat pertumbuhan patogen tular tanah penyebab busuk umbi bawang merah. Menurut [Sopialena \(2018\)](#) kombinasi antara pemberian *Trichoderma* dan solarisasi efektif untuk mengendalikan penyakit busuk pucuk (*Fusarium*) dan busuk akar serta mampu meningkatkan hasil panen tomat. Selanjutnya penelitian dari [Mahmoud \(2018\)](#) menunjukkan bahwa solarisasi tanah baik

secara tersendiri maupun yang dikombinasikan dengan perlakuan biofungisida mampu menurunkan jumlah populasi jamur, bakteri dan actinomycetes pada bawang putih dibandingkan tanpa solarisasi.

Perlakuan solarisasi mampu menekan keparahan penyakit rebah kecambah akibat *R. solani* sebesar 51,69 - 60,36% (Muslim *et al.* 2012). Penurunan jumlah populasi jamur fusarium di permukaan tanah dengan solarisasi mencapai 53,61% sedangkan tanpa solarisasi penurunan populasi jamur tersebut hanya sebesar 22,33% (Shofiyani & Budi 2014). Integrasi antara metoda solarisasi tanah dengan agen hayati dan bahan organik mampu meningkatkan kemampuan untuk mengendalikan patogen busuk akar Fusarium pada tanaman *Lupinus termis* (Ibrahim & Abdelaziz 2017).

Dampak terhadap Hama Tanah

Solarisasi dapat mematikan hama yang ada di dalam tanah karena suhu tanah yang tinggi. Hasil penelitian Setiawati *et al.* (2005) melaporkan bahwa pengelolaan tanah seperti *subsoiling*, sanitasi, dan solarisasi dapat menurunkan populasi nematoda di dalam tanah seperti *Meloidogyne* spp, *Rotylenchulus* sp., dan *Helicotylenchus* sp. Menurut Panggeso (2010) solarisasi tanah merupakan metode pasteurisasi yang efektif untuk menekan berbagai spesies nematoda. Penelitian lainnya dari Candido *et al.* (2008) menunjukkan bahwa rekolonisasi nematoda terhambat jika solarisasi dilakukan 2 sampai 3 tahun sekali.

Dampak terhadap Propagul Gulma

Propagul gulma berupa biji lebih bisa bertahan lama di dalam tanah dibandingkan rimpang, stolon atau umbi sehingga gulma yang berbentuk biji lebih sulit untuk dikendalikan dibandingkan bentuk lainnya. Keberadaan biji gulma yang bertahan hidup baik di permukaan maupun di dalam tanah merupakan cadangan biji gulma (*seed bank*) yang berpotensi untuk tumbuh kembali. Umumnya lahan-lahan pertanian yang digunakan untuk budidaya tanaman secara intensif memiliki simpanan biji dalam tanah lebih banyak dibandingkan lahan-lahan yang baru dibuka (Marga & Paiman 2016). Propagul gulma memerlukan suhu tanah tertentu dan bervariasi untuk setiap jenis gulma untuk berkecambah. Suhu tanah berpengaruh besar terhadap proses fisiologi dan biokimia biji gulma. Suhu tanah yang tinggi akibat solarisasi dapat menginduksi propagul gulma menjadi dormansi sekunder atau mengurangi masa dormansinya dan waktu solarisasi yang lebih lama dapat membunuh propagul gulma (Moya &

Furukawa 2000). Suhu optimum untuk enzim berkisar 18-23°C atau maksimal 40°C dan di atas suhu 45°C enzim akan terdenaturasi. Suhu tanah yang tinggi melewati suhu maksimum perkecambahan dapat mengakibatkan kerusakan enzim (Ratulangi 2004).

Tanah dengan perlakuan solarisasi lebih sedikit bahkan tidak ada yang ditumbuhi gulma (Rodliyaton *et al.* 2019). Solarisasi selama 32 hari dapat mengurangi perkecambahan gulma hingga 79% dibandingkan tanpa solarisasi (Moya & Furukawa 2000). Biji gulma *Sochus oleraceus*, *Echinochloa crusgalli*, *Solanum ptycanthum*, *Sochus oleraceus*, *Sisymbrium irio* dan *Amaranthus albus* mati pada suhu tanah 60°C dalam waktu 3 jam (Dahlquist *et al.* 2007). Penelitian dari Mahardhika *et al.* (2017) melaporkan bahwa solarisasi tanah saat pra tanam mampu menghambat pertumbuhan gulma seperti *Boreria alatta*, *Eleusin indica*, dan *Euphorbia heterophylla*. Neamatallah (2018) melaporkan bahwa terjadi penurunan pertumbuhan gulma akibat solarisasi sebesar 61,5% (menggunakan 2 lapis polietilen) dan 39,8% (1 lapis polietilen) dibandingkan tanpa solarisasi.

4. Kesimpulan

Solarisasi tanah merupakan salah satu alternatif pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) yang ramah lingkungan. Solarisasi tanah terbaik yaitu dengan menggunakan lembaran plastik transparan. Suhu tanah yang tinggi akibat solarisasi tanah dapat menekan patogen tanah, hama tanah, dan propagul gulma serta dapat meningkatkan kesuburan tanah, pertumbuhan, dan hasil tanaman.

5. Daftar Pustaka

- Al-Shammary AAG, Al-Sadoon JNA. 2014. Influence of Tillage Depth, Soil Mulching Systems and Fertilizers on Some Thermal Properties of Silty Clay Soil. *European Journal of Agriculture and Forestry Research*. 2(2): 1-16.
- Al-Shammary AAG, Kouzani A, Agyei YG, Gates W, Cominoe J.R. 2019. Effects of Solarisation on Soil Thermal-Physical Properties Under Different Soil Treatments: A Review. *Journal of Geoderma*. 363: 1-17.
- Attia AMF. 2019. Role of Combination Among Bioagents, Compost and Soil Solarization on The Management of Some Root Infecting Fungi Responsible for Crown and Root-Rot Diseases of Strawberry. *Journal of Biotechnology and Bioengineering* 3(2): 54-63.

- Barakat RM, Al Masri MI. 2012. Enhanced Soil Solarization Against *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* in The Uplands. *International Journal of Agronomy* 2012: 1-7.
- Brugman E, Purbajanti ED, Fuskhah E. 2017. Pengendalian Penyakit Hawar (*lateblight*) pada Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Melalui Penerapan Solarisasi Tanah dan Aplikasi Agen Hayati *Trichoderma harzianum*. *Journal of Agro Complex* 1(2): 31-38.
- Candido V, D'Addabbo T, Basile M, Castronuovo D, Miccolis V. 2008. Greenhouse Soil Solarization: Effect of Weeds, Nematodes and Yield of Tomato and Melon. *Agronomy Sustainable Development* 28(2): 221-230.
- Candido V, Trifone DA, Vito M, Castronuovo D. 2011. Scientia Horticulturae Weed Control and Yield Response of Soil Solarization with Different Plastic Films in Lettuce. *Scientia Horticulturae* 130 (3): 491-97.
- Carrieri F, Raimo F, Pentangelo A, Lahoz E. 2013. F. *poliferatum* and F. *tricintum* as Casual Agent of Pink Root of Onion Bulbs and The Effect of Soil Solarization Combined with Compost Amendment in Cotrolling Their Infections in Field. *Crop Protection* 43(1): 31-37.
- Cicu. 2005. Penekanan penyakit akar gada pada tanaman kubis melalui perlakuan tanah pembibitan. *Jurnal Hortikultura* 5(1): 58-66.
- Cimen I, Pirinc V, Doran I, Turgay B. 2010. Effect of Soil Solarization and Arbuscular Mycorrhizal Fungus (*Glomus intraradices*) on Yield and Blossom-End Rot of Tomato. *International Journal of Agriculture Biology* 12(4): 551-555.
- Dahlquist RM, Prather TS, Stapleton JJ. 2007. Time and Suhue Requirements for Weed Seed Thermal Death. *Weed Science* 55: 619-625.
- Fenoll J, Ruiz E, Hellin P, Martinez CM, Flores P. 2011. Rate of Loss of Insecticides During Soil Solarization dan Soil Biosolarization. *Journal of Hazardous Materials* 185(2-3): 634-638.
- Fortnum BA, Lewis SA, Johnson AW. 2001. Crop Rotation and Nematicides for Management of Mixed Population of *Meloidogyne* spp. on Tobacco. *Journal of Nematology* 33(45): 318-342.
- Hadiwiyono. 2010. Tanah Supresif dalam Praktik Pengelolaan Penyakit Tumbuhan. *Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi* 7(1): 31-40.
- Hamoo BT, Alsolaimani SG. 2014. Soil Solarization Timing Effects on Yield of Cabbage (*Brassica oleria*) and Eggplant (*Solanum melongena* L.) and as a Weed Control. *Australian Journal of Basic and Apllied Science* 8(3): 307-312.
- Ibrahim ME, Abdelaziz AEM. 2017. Antagonistic Fungi, Soil Amendment and Soil Solarization as an Integrated Tactics for Controlling Fusarium Root Rot of Lupine (*Lupinus termis*). *American Journal of Microbiological Research* 5(1): 7-14.
- Jimenez LI, Saldivar HL, Flores AC, Aguilar LAV. 2012. Soil Solarization Enhances Growth and Yield in Dry Beans. *Soil and Plant Science* 62(6): 541-546.
- Kartini, Widodo. 2000. Pengaruh Solarisasi Tanah terhadap Pertumbuhan *Sclerotium rolfsii* Sacc dan Patogenitasnya pada Kacang Tanah. *Buletin Hama dan Penyakit Tumbuhan* 12(2): 53-59.
- Katan P, De Vay JE. 1991. Soil Solarization. London : CRC Press.
- Magenda, Seny, Febby EF, Kandou, Umboh SD. 2011. Karakteristik Isolat Jamur *Sclerotium rolfsii* dari Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Jurnal Bioslogos* 1(1): 1-7.
- Mahardhika M, Soejono AT, Astuti YTM. 2017. Pengendalian Gulma Secara Pratanam pada Tanaman Kailan. *Jurnal Agromast* 2(1): 1-11.
- Marga H, Paiman. 2016. Seed Bank Gulma pada Berbagai Pola Tanam di Lahan Pasir Pantai. *AgroUPY*. 6(2): 1-17.
- Mahmoud NA. 2018. Integration Between Soil Solarization and Four Biofungicides for Controlling Garlic White Rot Disease. *Journal of Phytopathology and Pest Management* 5(2): 25-47.
- Morra L, Carrieri R, Fornasier F, Mormile P, Rippa M, Baiano S, Cermola M, Piccirillo G, Lahoz E. 2018. Solarization Working Like A "Solar Hot Panel" After Compost Addition Sanitizes Soil in Thirty Days and Preserves Soil Fertility. *Applied Soil Ecology*. 126: 65-74.
- Moya M, Furukawa G. 2000. Use Solar Energy (Solarization) for Weed Control in Greenhouse Soil for Ornamental Crops. *New Zealand Plant Protection Society* (Inc.) 53: 34-37.
- Muslim A, Yunia CPS, Mulawarman, Harman H. 2012. Pengendalian Terpadu Penyakit Rebah Kecambah Tanaman Cabai yang Disebabkan *Rhizoctonia solani* Kuhn dengan Kombinasi Solarisasi Tanah dan Agen Hayati. Dalam: Ivayani, P. Sanjaya, P. Lestari, Rusita, F. Yelly, N. Rosanti, R.R. Riyanti, R. Tedy (eds). *Prosiding Seminar dan Rapat Tahunan Bidang Ilmu-ilmu Pertanian BKS-PTN Wilayah Barat Tahun 2012*. Vol. 3. Medan, 3-5 Apr. 2012. hlm.15-21.
- Navarro S, Vela N, Navarro G. 2007. Review. An Overview on The Environmental Behaviour of Pesticide Residues in Soils, *Spanish Journal of Agricultural Research*. 5(3): 357-375.
- Nawar LS. 2008. Control of root rot of green gram bean with composted rice straw forified with *Trichoderma harzianum*. *American-Eurasian*

- Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 3(3): 370-379.
- Neamatallah AA. 2018. Soil Solarization with Different Polyethylene Layers Amended with Animal Manure Effect on Soil Nutrients, Fungi, Weed, and Yield of Cabbage (*Brassica oleracea*). *International Journal of Engineering Research and Technology* 7(11): 1-7.
- Nurhayati. 2013. Tanah dan Perkembangan Patogen Tular Tanah. Dalam: Priatna, S.J., Midranisiah, H. Agustina, dan J. Darmawan. *Prosiding Seminar Nasional VII Masyarakat Konservasi Tanah Indonesia. Meningkatkan Ketahanan Pangan serta Mencegah Kekeringan dan Kelangkaan Air*. Palembang, 6-8 Nov. 2013. hlm.326-330.
- Nurjanani. 2017. Teknologi Produksi Kentang Tropika Melalui Pengelolaan Tanaman Terpadu Berbasis Sumberdaya Lokal di Sulawesi Selatan. *Jurnal Agrotan* 3(2): 19-30.
- Panggeso J. 2010. Analisis Kerapatan Populasi Nematoda Parasistik pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Jurnal Agroland* 17(3): 198-204.
- Paiman. 2016. Solarisasi Tanah Pra Tanam (ST-PT). Teknologi Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) Tanpa Pestisida. Yogyakarta : UPY Press.
- Paiman P. Yudono, Sunarminto BH, Indradewa D. 2014. Pengaruh Warna Lembaran Plastik terhadap Suhu Tanah pada Solarisasi Tanah. *Agro UPY* 5(2): 1-10.
- Panggeso J. 2010. Analisis Kerapatan Populasi Nematoda Parasistik pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Jurnal Agroland* 17(3): 198-204.
- Prasasti OH, Purwani KI, Nurhatika S. 2013. Pengaruh Mikoriza Glomus fasciculatum Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kacang Tanah yang Terinfeksi Patogen *Sclerotium rolfsii*. *Jurnal Sains dan Seni Pomits* 2(2): 2337-3520.
- Ratulangi MM. 2004. Pengendalian Penyakit Layu Sklerotium pada Tanaman Kedelai dengan Solarisasi Tanah. *Eugenia*. 10(1): 1-7.
- Rodliyati R, Triyanti S, Suseno SH, Nugroho DA, Widodo. 2019. Standar Operasional Prosedur Budidaya Nanas Sebagai Upaya Penanggulangan Serangan Hama dan Penyakit pada Tanaman Nanas. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat* 1(1): 13-20.
- Sabatino L, D'Anna F, Prinzivalli C, Iapichino G. 2019. Soil Solarization and Calcium Cyanamide Affect Plant Vigor, Yield, Nutritional Traits, and Nutraceutical Compounds of Strawberry Grown in a Protected Cultivation System. *Agronomy* 9(9): 1-14.
- Saremi H, Amiri ME, Mirabolfathi M. 2010. Application of Soil Solarization for Controlling Soilborne Fungal Pathogens in Newly Established Pistachio and Olive Orchards. *International Journal of Fruit Science*. 10(2): 143-156.
- Saremi H, Okhovvat SM, Ashrafi SJ. 2011. Fusarium Diseases as The Main Soil Borne Fungal Pathogen on Plants and Their Control Management with Soil Solarization in Iran. *African Journal of Biotechnology* 10(80): 18391-18398.
- Setiawati W, Asandhi AA, Uhan TS, Marwoto B, Somantri A, Hermawan. 2005. Pengendalian Kutu Kebul dan Nematoda Parasitik Secara Kultur Teknik pada Tanaman Kentang. *Jurnal Hortikultura* 15(4): 288-296.
- Shofiyani A, Budi GP. 2014. Efektifitas Solarisasi Tanah Terhadap Penekanan Perkembangan Jamur Fusarium pada Lahan Tanaman Pisang yang Terinfeksi. Dalam: Dumasari, A. Hamad, H. Mustafidah, Suyoto, Suwarno, dan A.D. Djalil (eds). *Prosiding Seminar Nasional Hasil- hasil Penelitian dan Pengabdian LPPM UMP*. Purwokerto, 20 Des. 2014. hlm.192-197.
- Siahaan L. 2011. Pertumbuhan Bakteri *Pseudomonas solanacearum* E.F. Smith pada Pemberian Ekstrak Urang Aring. *Eugenia* 17(3): 202-208.
- Sopialena. 2018. Pengendalian Hayati dengan Memberdayakan Potensi Mikroba. Samarinda : Mulawarman University Press.
- Sukanto, Wahyuno D. 2013. Identifikasi dan Karakterisasi *Sclerotium rolfsii* Sacc. Penyebab Penyakit Busuk Batang Nilam (*Pogostemon cablin* Benth). *Bul. Litro*. 24(1): 35-41.
- Sumartini. 2012. Penyakit Tular Tanah (*Sclerotium rolfsii* dan *Rhizoctonia solani*) pada Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian serta Cara Pengendaliannya. *Jurnal Litbang Pertanian* 3(1): 27-34.
- Tadesse K, Kiros M. 2014. Aspergillus Spesies Groundnut Seed Invasion as Influenced by Soil Solarization and Time of Planting. *International Journal of Current Research* 6(12): 10836-10841.
- Tesfaye T, Tigabu E, Germadu Y, Lemma H. 2016. Effect of Colored Polyethylene Mulch on Soil Temperature, Growth, Fruit Quality and Yield of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *World Journal Agricultural Sciences* 12(3): 161-166.
- Wu S, Nishihara M, Kawasaki Y, Yokoyama A, Matsuura K, Koga T, Ryuda N, Ueno D, Inoue K, Someya T. 2011. Soil Solarization in a

- Greenhouse for Controlling Fecal Contamination. *Environmental Control in Biology* 49(4): 185-191.
- Yaqub F, Shahzad S. 2009. Effect of Solar Heating by Polyethylene Mulching on Sclerotial Viability and Pathogenicity of *Sclerotium rolfsii* on Mungbean and Sunflower. *Pakistan Journal Botany* 41(6): 3199-3205.
- Yokoe K, Maesaka M, Murase J, Asakawa S. 2015. Solarization Makes a Great Impact on The Abundance and Composition of Microbial Communities in Soil. *Soil Science and Plant Nutrition* 61(4): 641-652.
- Yucel S, Ozarslandan A, Can C. 2017. Effect of Soil Solarization Combined with Reduced Doses of The Fumigant Metam Sodium on Management of Some Soil Borne Pathogens and Root-Knot Nematode of Pepper Grown in Greenhouse. *Net. Journal of Agricultural Science* 5 (2): 2315-9766.
- Zayed MS. 2013. Productivity of Pepper Crop (*Capsicum annuum* L.) as Affected by Organic Fertilizer, Soil Solarization, and Endomycorrhizae. *Annals of Agricultural Sciences* 58 (2): 131-137.



AGROSAINSTEK

Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian

Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>

Research Article

Effect of Watering Frequency on the Growth and Yield of Oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus*)

Agus Saputera¹, Antar Sofyan¹, Riza Adrianoor Saputra¹, Noorkomala Sari^{1*}

¹Department of Agroecotechnology, Faculty of Agriculture, Universitas Lambung Mangkurat.
Jl. A. Yani Km. 36, Banjarbaru 70714

Received: 08 October 2019 / Accepted: 22 December 2020

ABSTRACT

Oyster mushrooms have the conditions of growing at low temperatures and high relative humidity, so when you want to cultivate it is needed an appropriate environment for the growth and development of oyster mushroom. Banjarbaru City tends to have high temperatures with a relative humidity that tends to below. This is quite different from the requirements for growing oyster mushrooms which require low temperatures with relatively high humidity. One of the easiest and cheapest methods to maintain temperature and relative humidity to remain ideal and appropriate is to water the surrounding oyster mushrooms growing media, so knowledge of the most appropriate and ideal watering frequency for growth and development of oyster mushrooms is needed. The environmental design used was a Completely Randomized Design (CRD), a single factor with 4 treatments, 5 replications, so that 20 experimental units were obtained. The treatments are p1 = once watering per day, p2 = twice watering per day, p3 = three times watering per day, p4 = four times watering per day. The result showed that the watering frequency showed significant difference to the growth time of oyster mushroom shoots and the wet weight of oyster mushrooms. The best treatment in accelerating the growth time of oyster mushroom shoots and increasing the wet weight of oyster mushrooms is four times watering frequency per day.

Keywords: *Humidity; Oyster mushroom; Watering frequency.*

1. Introduction

Oyster mushrooms have the conditions of growing low temperatures and high relative humidity, so when you want to cultivate it is needed an appropriate environment for the growth and development of oyster mushrooms. One area in South Kalimantan Province has the potential for the development of oyster mushroom cultivation such as the City of Banjarbaru. However, in Banjarbaru City it tends to have a higher temperature, which reaches 36.8°C with a relatively low relative humidity which reaches 44% (BPS Kal-Sel 2018). This is quite different from the conditions for growing mushrooms that require low temperatures with relatively high humidity. Certainly requires special treatment to condition the appropriate microclimate so that the growth and development of oyster mushrooms can be optimal.

Oyster mushrooms or hiratake (*Pleurotus ostreatus*) belong to the consumption mushroom group that lives on wood that has rotted. Named oyster mushrooms because it has a shape similar to oyster shells with a variety of hood surface colors namely white, gray, brown, yellow, orange or pink (Maulana 2012).

Oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) is a food fungus with an oyster-like shell with a slightly concave middle part and white to beige. The surface of the oyster mushroom hood is smooth, somewhat oily when moist and the edges are bumpy. Its diameter reaches 3-20 cm. Rod-shaped spores measuring 8-11 x 3-4 µm. Mycelium is white and can grow quickly (Wiardani 2010).

Oyster mushroom is a type of saprophyte fungus that lives on softwoods and obtains food by utilizing the remnants of organic matter. Oyster mushrooms, including mushrooms that do not have chlorophyll (does not have leaf green substances) so they can

*Korespondensi Penulis.

E-mail : noorkomala.sari@ulm.ac.id (N. Sari)

DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v4i2.91>

not process food by themselves. To meet the needs of life, oyster mushrooms are very dependent on organic materials that are absorbed for growth and development. The main nutrients needed for oyster mushrooms are carbon sources that can be provided through various sources such as sawdust and various other organic wastes (Susilawati & Raharjo 2010).

Oyster mushrooms like the cultivation of other types of fungi, there are several factors regarding the condition of the media and the appropriate environmental conditions to produce optimally. Media conditions and environmental conditions include media water content, nutrients in the media, acidity, temperature, relative humidity, oxygen, carbon dioxide concentration, and light.

The most important factors during oyster mushroom cultivation are relative humidity, aeration, temperature, and contamination. Although oyster mushroom spawning grows well at 25°C, it is better to place it at a lower temperature if possible. Substrate that experiences drought greatly affects the reduction in oyster mushroom yield so spraying it with water is mandatory (Tesfaw *et al.* 2015). Soaking media in a bucket of water for 15 minutes, then treated with watering frequency at media at intervals every 12 hours, showed an increase in oyster mushroom production compared with watering intervals every 18, 24, 30 and 36 hours (Sultana *et al.* 2018).

A study was conducted to identify the effect of relative humidity on oyster mushroom production. The results showed that the oyster mushroom showed better growth in relative humidity (74% -79%) compared with the relative humidity (55% -68%) (Chitra *et al.* 2018). In addition, Uddin *et al.* (2011) also reported that oyster mushroom production is strongly influenced by environmental conditions such as temperature and relative humidity, so that when cultivating oyster mushrooms, good environmental conditions are needed for the growth and development of fungi. If environmental conditions are not suitable, then oyster mushrooms should be cultivated in controlled mushroom house conditions. When maintaining oyster mushroom growth, if the humidity is lacking, it is necessary to water or fog it (Stevani 2011). Therefore, temperature and humidity conditioning is relatively necessary in the cultivation of oyster mushrooms.

One of the easiest and cheapest methods to maintain the temperature and relative humidity when cultivating oyster mushrooms to remain ideal and appropriate is to do watering around the oyster mushroom growing media, so knowledge of the most appropriate and ideal watering frequency for

mushroom growth and development is needed. The purpose of this study was to determine the effect of watering frequency on growth and yield of oyster mushrooms and to determine the best watering frequency on growth and yield of oyster mushrooms.

2. Materials and Methods

The study was conducted at " Kumbung " Oyster Mushroom Banjarbaru, Jl. Lestari 3, Kemuning, South Banjarbaru, City of Banjarbaru, South Kalimantan. The research was carried out for 4 months about 120 days from May 2019 to August 2019.

The material used in this study was baglog oyster mushrooms and well water. The making of oyster mushroom growing media uses materials such as wood dust, bran, lime, and molasses with a water content of 60%. All of the earthquake materials were mixed well and then the fermentation process was carried out. After the fermentation process, the planting medium is put into a plastic bag which is compacted and given a lid. Sterilization is carried out in a drum and after that it is cooled for 1 day, then the material is inoculated (given oyster mushroom seeds) and then incubated in a dark room. While the tools used in this study are sprayers, syringes, buckets, calipers, scales, thermometers, hygrometers, styrofoam boxes, tweezers, flashlights, pH meters, stationery, and cameras.

This research was conducted using a single completely randomized design (CRD) consisting of 4 treatments with 5 replications to obtain 20 experimental units. The treatments are as follows: p1 = once watering per day; p2 = twice watering per day; p3 = three watering per day; p4 = four watering per day. In treatment p1, spraying as much as 100 mL was carried out every day in the morning starting at 07.00. In the p2 treatment, spraying as much as 100 mL was carried out every day in the morning and evening starting at 07.00 a.m. and 05.00 p.m. In p3 treatment, spraying as much as 100 mL was carried out every day in the morning, afternoon and evening starting at 07.00 a.m., 12.00 p.m. and 05.00 p.m. In the p4 treatment, spraying as much as 100 mL was carried out every day in the morning, afternoon, evening, and evening starting at 07.00 a.m., 12.00 p.m., 05.00 p.m. and 10.00 p.m.

The parameters observed were the time grow oyster mushrooms shoots, age of oyster mushroom harvest, number of oyster mushroom hoods, oyster mushroom hood diameter and the weight of wet oyster mushrooms. Data analysis is performed after obtaining data. Data obtained from observations were tested for homogeneity with the Bartlett test.

If the data obtained is homogeneous, proceed with the Anova test (analysis of variance). If the Anova test results show a real influence ($P \leq 0.05$) on the observed variables, then it is continued with a different treatment test using the Least Significance Difference Test (LSD) at the α level of 5%.

3. Results

The results of the analysis of variance showed that the watering frequency of the oyster mushroom baglog significantly affected the growth time of oyster mushroom shoots (Figure 1). The results showed that watering frequency of up to four times per day was able to accelerate the growth of oyster mushroom shoots by an average difference of up to 10 days compared to watering once per day. So, the time of watering four times per day is better than the time of watering once, two or three times per day.

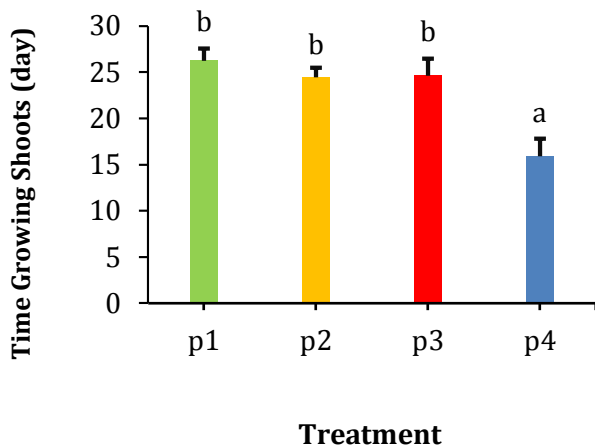


Figure 1. The difference in time of growth of oyster mushroom shoots is influenced by watering frequency (p1 = once watering per day; p2 = twice watering per day; p3 = three watering per day; p4 = four watering per day). The line above the bar is the standard error of the treatment ($n = 5$). The same letter above the line shows that the treatment has a different effect based on the Least Significance Difference Test (LSD) at the α level of 5%.

The results of the analysis of variance showed that the treatment of watering frequency did not give a significant difference to the harvest time, hood number, and hood diameter of oyster mushroom (Figure 2, 3, and 4). The watering frequency on the baglog of oyster mushrooms significantly affected the fresh weight of oyster

mushrooms (Figure 5). The results showed that the watering frequency had a significant effect on the wet weight of the oyster mushrooms. Watering treatment four times per day was able to provide a significant difference in wet weight compared to watering once, twice and three times per day. So, the time of watering four times per day is better than the time of watering once, two or three times per day.

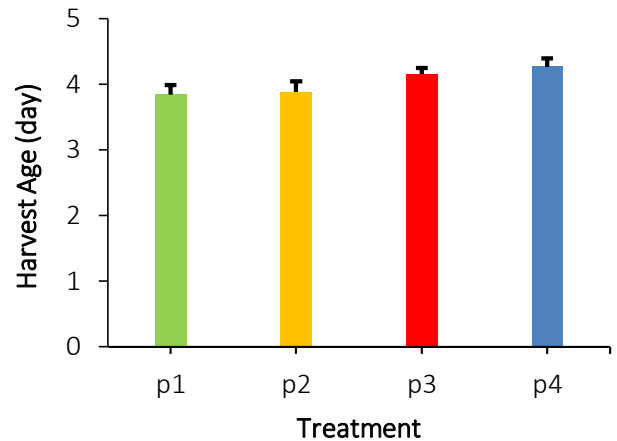


Figure 2. The difference in age of oyster mushroom harvest is influenced by the time of watering. The line above the bar is the standard error of the treatment ($n = 5$). (p1 = once watering per day; p2 = twice watering per day; p3 = three watering per day; p4 = four watering per day).

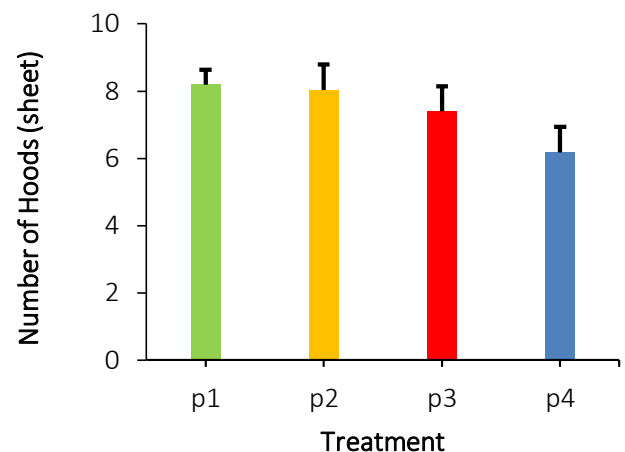


Figure 3. Difference in the number of fruit or oyster mushroom hoods that are affected by watering frequency. The line above the bar is the standard error of the treatment ($n = 5$). (p1 = once watering per day; p2 = twice watering per day; p3 = three watering per day; p4 = four watering per day).

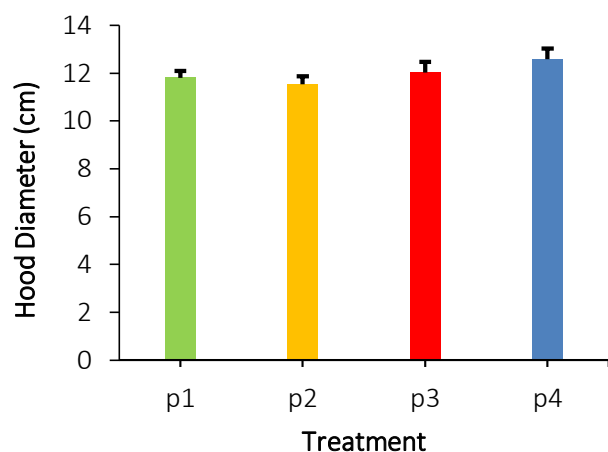


Figure 4. The difference in diameter of the oyster mushroom hood is influenced by the time of watering. The line above the bar is the standard error of the treatment (n = 5). (Note : p1 = once watering per day; p2 = twice watering per day; p3 = three watering per day; p4 = four watering per day).

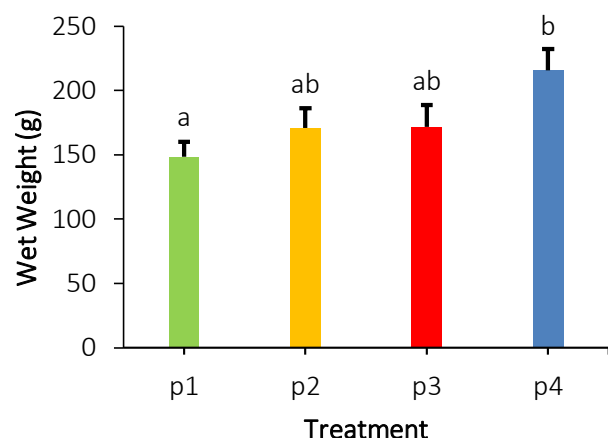


Figure 5. The difference in the wet weight of oyster mushrooms is influenced by the time of watering. The line above the bar is the standard error of the treatment (n = 5). (p1 = once watering per day; p2 = twice watering per day; p3 = three watering per day; p4 = four watering per day). The same letter above the line shows that the treatment has a different effect based on the Least Significance Difference Test (LSD) at the α level of 5%.

4. Discussion

The acceleration of shoot growth time is thought to be caused by low temperatures and relatively high humidity around the growing media of oyster mushrooms due to frequent watering frequency per day. This is in accordance with the

statement of [Widyastuti & Tjokrokusumo \(2008\)](#), that air temperature plays an important role in the optimal growth of mushroom fruit bodies. [Buah et al. \(2010\)](#) also argued that oyster mushrooms require relatively high humidity (80-90%) and moderate temperatures (25-30°C) during the incubation period and require lower temperatures (18-25°C) during fruit body formation. Humidity must always be in optimal conditions so that the substrate in the baglog or planting media does not dry out. The way to keep humidity is by water.

The age of the harvest is not influenced by the time of watering, but the nutrients available in the planting media, because in this study the composition and dosage of media-making materials for all treatments are on average the same amount. This is in line with the results of research by [Hasan et al. \(2010\)](#) that the oyster mushroom harvest time showed a significant effect with a difference in harvest time of up to four days in the planting medium with the addition of rib-leaf banana middle compared to the planting media with the addition of mahogany leaves.

The watering frequency had no effect on the number of oyster mushrooms due to the composition and availability of nutrients in the uniform growing media. This is reinforced by the statement of [Syawal et al. \(2019\)](#) that the growing media with inadequate nutrition will make the fruit body become small because oyster mushrooms need nutrients in the form of carbon compounds, nitrogen, vitamins and minerals in the formation of the fruit body. The average number of oyster mushroom fruit bodies formed is also influenced by the number of primordia that grows.

The size of the hood diameter is thought to be influenced by the presence of the element nitrogen which is available in the growing media which helps in the development of the body of the mushroom fruit. Because in this study, nutrient content in all planting media is uniform, so it does not show any real differences between treatments. Cited from [Ramachela & Sihlangu \(2016\)](#), that the elements N and K are important elements in the development of oyster mushrooms. The high content of elements K, Mg, and Ca in the oyster mushroom growing media is known to increase the diameter of the hood and the thickness of the oyster mushroom hood.

The difference in wet weight produced by oyster mushrooms is thought to be due to the time of watering, where the four-time watering treatment is thought to be able to produce a higher relative humidity compared to other treatments. The treatment of four times watering per day also gives oyster mushrooms more opportunity to get more moisture. This is reinforced by the statement from

Setiagama (2014), that the temperature and relative humidity around the mushroom planting media greatly affect the bodyweight of the mushroom fruit. If the environmental conditions around the mushroom baglog are too dry, the mushroom fruit body will experience more evaporation and make the mushroom's body surface shrink and dry.

In the treatment of watering frequency twice per day and three times per day, there was no significant difference, only a difference of 0.6 g was heavier in the treatment time of watering three times per day compared to twice per day. That is probably because, during the daytime, water splashed around the baglog fungus quickly evaporates and has not been absorbed by oyster mushrooms, because this research was carried out into the dry season, so the temperatures during the day tend to be hot. Unlike the treatment of watering four times a day that is given watering until night, it allows oyster mushrooms to get more water vapor at night because the cold temperatures at night make the watering water given evaporate more slowly than during the day. Although watering is also carried out during the day, for the treatment of watering four times a day, the possibility of oyster mushrooms also did not have time to absorb the water vapor given through watering.

Time to sprout mushrooms faster at treatment p4 compared with other treatments, making the harvest frequency for treatment p4 more than the p1, p2, and p3, thus making the total wet weight of oyster mushrooms in treatment p4 more large compared with the treatment of p1, p2, and p3. The more harvest done, the greater the wet weight produced.

5. Conclusion

Watering frequency has a significant effect on the growth time of oyster mushroom shoots which are shorter in the treatment of four times watering frequency per day compared to once, two and three times per day. The frequency of watering also has a significant effect on the yield of oyster mushrooms on the wet weight parameter with a more frequent watering frequency, four times per day, which shows better results than the other frequencies. The best watering frequency for growth and yield of oyster mushrooms is the four times watering frequency per day in the morning, afternoon, evening and night.

6. References

- BPS Kal-Sel. 2018. Provinsi Kalimantan Selatan Dalam Angka 2018. Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Selatan: Kalimantan Selatan.
<https://kalsel.bps.go.id/publication/2018/08/16/f646d3011e4c3dfb0a4cbd74/provinsi-kalimantan-selatan-dalam-angka-2018.html>. [14 Desember 2019].
- Buah JN, Van der Puije G, Bediako EA, Abole F, Showemimo. 2010. The Growth and Yield Performance of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on Different Substrates. *Biotechnology*. 9(3) : 338–342.
- Chitra K, Sathyaparvathavarthini B., Mahalakshmi S, Kamali R, Sharavanan PT, Balisasikumar C, Dhanalakshmi K. 2018. Effect of Abiotic Factors on Oyster Mushroom Production (*Pleurotus* Species). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 7(07) : 1032–1036.
- Hasan MN, Rahman MS, Nigar S, Bhuiyan MZA, Ara N. 2010. Performance of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on Different Pretreated Substrates. *Int. J. Sustain. Crop Prod.* 5(4) : 16–24.
- Sultana R, Hossain MI, Saifullah, Amin R, Chakraborty R. 2018. Influence of Substrate pH and Watering Frequency on the Growth of Oyster Mushroom. *International Journal of Plant Biology and Research* 6(4) : 1097.
- Stevani S. 2011. Pengaruh Penambahan Molase Dalam Berbagai Media Pada Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*). Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Maulana E. 2012. Panen Jamur Tiap Musim. (T. A. Prabawati, Ed.) .Issue 1. Lily Publisher: Yogyakarta.
- Ramachela K. & Sihlangu SM. 2016. Effects of Various Hormonal Treated Plant Substrates on Development and Yield of *Pleurotus ostreatus*. *Cogent Food & Agriculture* 7(1) : 1–14.
- Setiagama R. 2014. Pertumbuhan dan Produktivitas Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) Dengan Kompisisi Media Tumbuh Serbuk Gergaji Kayu Sengon, Tandan Kosong Kelapa Sawit, dan Ampas Tahu yang Berbeda. Thesis. Muhammadiyah University. Surakarta.
- Susilawati, Raharjo B. 2010. Budidaya Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus* var florida) yang Ramah Lingkungan. Palembang.
- Syawal M, Lasmini SA, Ramli. 2019. The Effect of Bran and Corn Flour Composition on Swadust Media Materials Towards the Growth and Result of White Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *The Int. J. BioL Res* 2(1) : 156–161.
- Tesfaw A, Tadesse A, Kiros G. 2015. Optimization of Oyster (*Pleurotus ostreatus*) Mushroom Cultivation Using Locally Available Substrates

- and Materials in Debre Berhan, Ethiopia. *Biology and Biotechnology* 3(01) : 15–20.
- Uddin MN, Yesmin S, Khan MA, Tania M, Moonmoon M, Ahmed S. 2011. Production of Oyster Mushrooms in Different Seasonal Conditions of Bangladesh. *Journal Of Scientific Research*. 3(1) : 161–167.
- Wiardani I. 2010. Budidaya Jamur Konsumsi. (B. R. W, Ed.) .Issue 1. Lily Publisher: Yogyakarta.
- Widyastuti N, Tjokrokusumo D. 2008. Aspek Lingkungan Sebagai Faktor Penentu Keberhasilan Budidaya Jamur Tiram (*Pleurotus* sp). *J. Tek. Ling.* 9(3) : 287–293.

PEDOMAN PENULISAN JURNAL AGROSAINSTEK

Jurnal Agrosainstek merupakan jurnal yang menerbitkan artikel hasil penelitian, artikel *review*, dan catatan penelitian (*research note*) terkait bidang agroteknologi, baik dalam bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris. Bidang ilmu yang diterbitkan meliputi budidaya tanaman, pemuliaan tanaman, ekofisiologi tanaman, ilmu benih, lahan pertanian, pasca panen, hama penyakit tanaman, gulma, teknologi pertanian, dan bioteknologi pertanian.

Semua naskah yang diajukan ke jurnal harus ditulis dalam bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris yang baik. Naskah dapat berupa: hasil-hasil penelitian mutakhir (paling lama 5 tahun terakhir), ulasan (*review*), analisis kebijakan atau catatan penelitian (*research note*) singkat mengenai teknik percobaan, alat, pengamatan, hasil awal percobaan (*preliminary result*). Naskah yang diterima adalah naskah yang belum pernah dimuat atau tidak sedang dalam proses publikasi dalam jurnal ilmiah nasional maupun internasional lainnya.

FORMAT

Naskah dikirimkan dengan mengikuti format naskah yang telah ditentukan. Naskah, termasuk Abstrak dan *Abstract*, diketik 1,5 spasi pada kertas HVS ukuran A4 (210 x 297 mm), pias 2,5 cm di semua sisi, dan huruf Times New Roman berukuran 12 point. Naskah diketik dengan program *Microsoft Word* (doc). Setiap halaman diberi nomor secara berurutan dengan jumlah maksimal 15 halaman, termasuk tabel dan gambar. Tabel dan gambar disajikan di bagian akhir naskah (disatukan dengan naskah).

SUSUNAN NASKAH

Naskah disusun dengan urutan:

- Judul
- Nama lengkap Penulis (beri tanda * pada penulis untuk korespondensi)
- Nama lembaga/institusi, disertai alamat lengkap
- Email penulis untuk korespondensi
- Abstrak
- Kata kunci
- Pendahuluan
- Bahan dan Metode
- Hasil
- Pembahasan
- Kesimpulan
- Ucapan terima kasih (bila diperlukan)
- Daftar Pustaka
- Tabel dan gambar beserta keterangannya

Naskah berupa ulasan, analisis kebijakan, dan catatan penelitian tidak harus ditulis menurut susunan naskah hasil penelitian. Ketentuan untuk naskah berupa hasil penelitian adalah maksimum 15 halaman (termasuk tabel dan gambar). Pendahuluan dan metode ditulis singkat, dan tanpa abstrak. Ulasan ditulis sebagai naskah sinambung tanpa sub judul Bahan dan Metode, Hasil dan Pembahasan.

Penulis dapat mengunduh **Template Penulisan Jurnal Agrosainstek** yang telah disediakan untuk memudahkan penulis dan mengurangi kesalahan dalam format penulisan.

DESKRIPSI TIAP BAGIAN NASKAH

Halaman Judul

Judul dicetak tebal (*bold*) dengan huruf kapital pada setiap awal kata, kecuali kata sambung. Judul maksimum terdiri atas 15 kata (kecuali kata sambung). Naskah dalam Bahasa Indonesia harus disertai judul dalam Bahasa Inggris yang ditulis miring (*italic*). Di bawah judul, ditulis nama lengkap (tidak disingkat) semua penulis beserta nama dan alamat lembaga afiliasi penulis. Beri tanda * pada nama penulis untuk korespondensi. Alamat untuk korespondensi harus dilengkapi dengan kode pos, nomor telepon dan HP, faksimile, dan email.

Abstrak dan Kata Kunci

Abstrak adalah paragraf yang berdiri sendiri dan harus mencakup tujuan, metode, dan hasil secara ringkas. Tidak ada kutipan pustaka di dalam Abstrak. Abstrak ditulis dalam Bahasa Inggris, satu paragraph, maksimum 250 kata, dan diketik dalam 1,5 spasi. Kata kunci ditulis setelah abstrak, sebanyak tiga sampai enam kata. Naskah dalam Bahasa Indonesia harus menyertakan juga abstrak dan kata kunci dalam Bahasa Indonesia, dituliskan setelah abstrak dan kata kunci dalam Bahasa Inggris.

Teks

Awal paragraf dimulai dengan indent 1 cm dari sisi kiri naskah. Penulisan sub judul (**PENDAHULUAN, BAHAN DAN METODE, HASIL, PEMBAHASAN, KESIMPULAN, UCAPAN TERIMA KASIH, DAFTAR PUSTAKA**) ditulis di tengah dengan huruf kapital. Sub-sub judul level 2 ditulis di kiri halaman dengan huruf kapital di awal setiap kata, sedangkan sub-sub judul level 3 ditulis dengan cetak miring (*italic*) dan huruf kapital di setiap awal kata. Setiap sub judul dan sub-sub judul diberikan nomor (contoh : 1. Pendahuluan, kemudian 1.1, 1.1.1, dst)

Nama organisme harus diikuti dengan nama ilmiahnya secara lengkap pada pengungkapan pertama. Nama ilmiah ditulis miring, sedangkan nama penulis dari nama ilmiah dan kata seperti var. ditulis tegak. Contoh: *Elaeis guineensis* Jacq. Singkatan pertama kali ditulis dalam kurung setelah kata kata yang disingkatnya. Nama organisme (Indonesia/Daerah) yang tidak umum dikenal harus diikuti nama ilmiahnya pada pengungkapan pertama kali. Contoh : **Keramunting (*Rhodomyrtus tomentosa* (Ait.) Hassk).**

Penulisan satuan menggunakan Standar Internasional (SI). Eksponen negatif digunakan untuk menyatakan satuan penyebut. Contoh: **mg L⁻¹**, bukan **mg/L**. Satuan ditulis menggunakan spasi setelah angka, kecuali untuk menyatakan persen. Penulisan desimal menggunakan koma (bukan titik), kecuali untuk naskah berbahasa PBB. Contoh: **37 °C**, bukan **37°C**; **0,8%**, bukan **0,8 %**. Seluruh tabel dan gambar harus dirujuk dalam teks. Penggunaan nilai rata-rata (*means*) harus disertai dengan standar deviasi.

Hasil dan pembahasan ditulis secara terpisah. Hasil harus jelas dan singkat. Menyatakan hasil yang diperoleh berdasarkan metode yang telah dilakukan. Hindari penggunaan data yang sama pada tabel dan grafik. Pembahasan harus menjelaskan secara detail hasil yang diperoleh. Data dibahas dengan membandingkan data yang telah diperoleh saat ini dan hasil penelitian sebelumnya. Ungkapkan kesamaan,

perbedaan, dan keunikan dari data penelitian anda. Disarankan untuk menghindari kutipan yang terlalu umum dan membahas literatur yang telah dipublikasikan.

Kesimpulan harus menjawab tujuan penelitian. Menceritakan bagaimana kelebihan penelitian ditinjau dari perkembangan ilmu pengetahuan. Jangan mengulangi isi abstrak atau hanya daftar hasil eksperimen. Kesimpulan memberikan pembenaran ilmiah yang jelas untuk hasil penelitian dan kemungkinan untuk dikembangkan ataupun diaplikasikan. Anda juga bisa menyarankan untuk penelitian selanjutnya terkait dengan topik tersebut.

Daftar Pustaka

Ketentuan untuk pustaka sebagai rujukan adalah:

1. Proporsi pustaka primer (jurnal, prosiding, paten, disertasi, tesis, dan buku teks), minimal 80%.
2. Sumber pustaka primer minimal 80% yang dipublikasikan dalam 10 tahun terakhir.
3. Membatasi jumlah pustaka yang mengacu pada diri sendiri (*self citation*).
4. Sebaiknya dihindari: penggunaan pustaka di dalam pustaka, buku populer, dan pustaka dari internet kecuali jurnal dan dari instansi pemerintah atau swasta.
5. Abstrak tidak diperbolehkan sebagai rujukan.

Daftar pustaka ditulis dengan format **Council of Science Editors (CSE): Author-Year**

Pustaka di dalam teks. Pustaka ditulis menurut nama akhir (nama keluarga) dan tahun. Jika penulis lebih dari dua orang, maka ditulis nama penulis pertama diikuti dengan *et al.* yang dicetak miring (*italic*). Jika penulis hanya dua orang, maka ditulis menggunakan simbol &. Contoh:

Yusnita et al. (1997) menyatakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi pembentukan akar pada setek, adalah zat pengatur pertumbuhan.

Zat perangsang akar seperti IBA dan NAA yang ditambahkan pada setek mampu meningkatkan inisiasi, jumlah, dan kualitas akar (**Hitchcock & Zimmerman 1936**).

Daftar pustaka ditulis berdasarkan urutan alfabet dari nama akhir penulis pertama. Pustaka dengan nama penulis (kelompok penulis) yang sama diurutkan secara kronologis. Apabila ada lebih dari satu pustaka yang ditulis penulis (kelompok penulis) yang sama pada tahun yang sama, maka huruf 'a', 'b' dan seterusnya ditambahkan setelah tahun. Beberapa contoh penulisan daftar pustaka adalah sebagai berikut:

Jurnal:

Kusmiadi R, Prayoga GI, Apendi F, Alfiansyah. 2018. Karakterisasi Plasma Nutfah Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Lokal Asal Bangka Berdasarkan Karakter Morfologi. *AGROSAINSTEK: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*. 2(2): 61-66. DOI: 10.33019/agrosainstek.v2i2.25.

Buku

Suprihatno B, Daradjat AA, Satoto, Baehaki SE, Widiarta IN, Setyono A, Indrasari SE, Lesmana OS, Sembiring H. 2009. Deskripsi Varietas Padi. Subang : Balai Besar Penelitian Tanaman Padi.

Bab dalam Buku:

Jones MM, Turner MC, Osmond CB. 1991. Mechanisms of Drought Resistance. In: Paleg, L.G., D. Aspinall

(eds). The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants. New York : Academic Press. p15-53

Prosiding

Radjaguguk B. 1990. Pengelolaan Produktivitas Lahan Gambut. Dalam: Aguslin, T., M.H. Abas dan Yurnalis (eds). *Prosiding Pengelolaan Sawah Buka Baru Meningkatkan Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi*. Padang 17-18 Sept. 1990. hlm217-235.

Skripsi/Tesis/Disertasi:

Harnowo D. 1992. Respon Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) Terhadap Pemupukan Kalium dan Cekaman Kekeringan pada Fase Reproduksi. [Tesis]. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Informasi dari Internet

Hansen L. 1999. Non-Target Effects of Bt Corn Pollen on the Monarch Butterfly (Lepidoptera. Danaeidae). <http://www.ent.iastate.edu/entsoc/ncb99/prog/abs/D81.html>. [21 Agustus 1999].

Tabel

Tabel berukuran lebar maksimal 166 mm. Penomoran tabel adalah berurutan. Judul tabel ditulis singkat namun lengkap. Judul dan kepala tabel menggunakan huruf kapital pada awal kalimat. Garis vertikal tidak boleh digunakan. Catatan kaki menggunakan angka dengan kurung tutup dan diketik *superscript*. Tanda bintang (*) atau (**) digunakan untuk menunjukkan tingkat nyata berturut-turut pada taraf 95% dan 99%. Jika digunakan taraf nyata yang lain, gunakan simbol tambahan.

Gambar

Gambar dan ilustrasi harus menggunakan resolusi tinggi dan kontras yang baik dalam format JPEG, PDF atau TIFF. Resolusi minimal untuk foto adalah 300 dpi (*dot per inch*), sedangkan untuk grafik dan *line art* adalah 600 dpi. Gambar hitam putih harus dibuat dalam mode *grayscale*, sedangkan gambar berwarna dalam mode RGB. Gambar dibuat berukuran lebar maksimal 80 mm (satu kolom), 125 mm (satu setengah kolom), atau 166 mm (dua kolom). Keterangan di dalam gambar harus jelas. Jika ukuran gambar diperkecil maka semua tulisan harus tetap dapat terbaca.

Prosedur Publikasi

Seluruh naskah yang diterima akan dikirimkan ke Dewan Editor untuk dinilai. Dewan Editor berhak meminta penulis untuk melakukan perbaikan sebelum naskah dikirim ke penelaah. Editor juga berhak menolak naskah jika naskah tidak sesuai dengan format yang telah ditentukan.

Naskah akan ditelaah oleh minimum dua orang ahli di bidang yang bersangkutan (mitra bestari). Hasil penelaahan akan diberitahukan kepada penulis untuk diperbaiki dan kemudian ditelaah kembali oleh mitra bestari. Dewan Editor akan menentukan naskah yang dapat diterbitkan berdasarkan hasil penelaahan. Naskah akhir sebelum diterbitkan akan dikirimkan kembali kepada penulis untuk mendapatkan persetujuan.

Pengiriman Naskah dan Biaya Publikasi

Naskah dikirimkan dalam bentuk file Ms. Word melalui website jurnal *agrosainstek* atau ke alamat email : agrosainstek@gmail.com. Biaya cetak untuk naskah yang telah disetujui adalah **Rp. 800.000**.