

RESPON PEMBERIAN LIMBAH KELAPA SAWIT (*Solid*) TERHADAP TANAH MARGINAL DENGAN INDIKATOR TANAMAN BAYAM (*Amaranthus tricolor L.*)

Response of Palm Oil Waste (*Solid*) given to Marginal Soil using Spinach (*Amaranthus tricolor L.*) as its Plant Indicator.

Dona J Nadeak,¹⁾ Karamoy Lientje Th,²⁾ Wiesje J.N. Kumolontang²⁾

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi, Program Ilmu Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi Manado Email: donanadeak032@student.unsrat.ac.id

²⁾ Dosen Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi, Program Ilmu Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi Manado

ABSTRACT

*The response of spinach as an indicator. (*Amaranthus tricolor L.*) grown on marginal soil given palm oil waste (solid) is the aim of this study. A completely randomized design (CRD) consisting of four treatments i.e., P0 (Control), P1 10 tons/ha, P2 20 tons/ha, P3 30 tons/ha in three replicates were used during three month trials. The observed variables were plant height, number of leaves, and fresh weight of spinach plants. The results showed that the need for appropriate technology application of palm oil solid waste and its soil management systems on marginal soils can improved the performance of the grown spinachs on this soil. The application of palm oil waste (solid) has a significant effect on the growth of spinach plants in terms of plant height and number of leaves at the age of 3 WAP (Week After Planting) and of 4 WAP. Treatment of 20 tons of oil palm solid per ha gave the highest yield on plant height and number of leaves. Furthermore, the fresh weight of spinach plants given 30 tons of oil palm solid per ha gave the heaviest weight at 4 WAP.*

Key words : marginal soils, palm oil waste (solid), spinach plants

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk melihat respon pemberian limbah kelapa sawit (*solid*) pada tanah marginal dengan indikator tanaman bayam. (*Amaranthus tricolor L.*) Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 12 satuan percobaan (polybag), dosis yang digunakan P0=Kontrol, P1=10 ton/ha, P2= 20 ton/ha, P3=30 ton/ha, waktu penelitian selama 3 bulan. Variabel yang diamati adalah Tinggi tanaman, Jumlah daun, dan Berat segar tanaman bayam. Hasil penelitian menunjukkan tanah marginal adalah suatu lahan yang mempunyai karakteristik keterbatasan dalam sesuatu hal, baik keterbatasan satu unsur/komponen maupun lebih dari satu unsur/komponen. Perlunya penerapan teknologi dan sistem pengelolaan tanah yang tepat dan dapat ditingkatkan menjadi lebih produktif, seperti pemberian limbah kelapa sawit (*solid*) pada tanah marginal berpengaruh secara nyata terhadap pertumbuhan tanaman bayam dalam hal tinggi tanaman dan jumlah daun pada umur 3 MST dan 4 MST, pada perlakuan 20 ton/ha memberikan hasil tertinggi pada tinggi tanaman dan jumlah daun. Berat Segar tanaman bayam pada umur 4 MST pada perlakuan 30 ton/ha memberikan hasil tertinggi.

Kata kunci : tanah marginal, limbah sawit (solid), bayam

PENDAHULUAN

Di Indonesia lahan marginal dijumpai baik pada lahan basah maupun lahan kering.

Lahan basah berupa lahan gambut, lahan sulfat masam dan rawa pasang surut seluas 24 juta ha, sementara lahan kering berupa tanah ultisol 47,5 juta ha dan *oxisol* 18 juta

ha (Suprpto, 2003 *dalam* Yuwono, 2009). Tanah marginal adalah suatu lahan yang mempunyai karakteristik keterbatasan dalam sesuatu hal, baik keterbatasan satu unsur/komponen maupun lebih dari satu unsur/komponen. (Yuwono, 2009). Tanah marginal merupakan tanah yang memiliki mutu rendah karena adanya beberapa faktor pembatas seperti topografi yang miring, dominasi bahan induk (Tufa), kandungan unsur hara, dan bahan organik yang sedikit, kadar lengas yang rendah, pH yang terlalu rendah atau terlalu tinggi, bahkan terdapat akumulasi unsur logam yang bersifat meracuni bagi tanaman (Handayani dan Prawito, 2006; Widyati, 2008; Yuwono, 2009; Kanzler, 2015 *dalam* Lestari, 2017)

Tanah marginal atau “*sub optimal*” merupakan tanah yang berpotensi untuk pertanian, baik untuk tanaman pangan, tanaman perkebunan maupun tanaman hutan. Secara alami kesuburan tanah marginal tergolong rendah, hal ini ditunjukkan oleh kandungan hara rendah, basa-basa dapat tukar dan kejenuhan basa rendah. Krantz (1958) *dalam* Suharta, 2010 mengemukakan bahwa penilaian produktivitas suatu lahan bukan hanya berdasarkan kesuburan alami (*natural fertility*), tetapi juga respons tanah dan tanaman terhadap aplikasi teknologi pengelolaan lahan yang diterapkan, melalui perbaikan teknologi pengelolaan lahan. (Suharta, 2010)

Pemupukan merupakan salah satu cara yang dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan produktivitas tanah yaitu dengan menggunakan pupuk anorganik maupun organik. Pupuk organik sangat bermanfaat bagi peningkatan pertumbuhan tanaman, dan salah satu sumber unsur hara yang sangat dibutuhkan tanaman baik kualitas maupun kuantitas, dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan meningkatkan kualitas tanah (Hadisuwito, 2007 *dalam* Ginting, 2017).

Limbah kelapa sawit (*solid*) berasal dari 2 (dua) sumber yaitu dari proses pemurnian minyak yang biasanya menggunakan decanter dan dari instalasi pengolahan limbah cair. *solid* dari decanter merupakan kotoran minyak yang bercampur dengan kotoran yang lain. *Solid* dari instalasi pengolahan limbah cair berasal dari endapan suspensi limbah cair. (Okalia, 2017).

Solid memiliki sifat yang lunak dengan struktur yang halus seperti tepung (Okalia *dkk*, 2017). *Solid* merupakan limbah padat dari hasil samping proses pengolahan tandan buah segar (TBS) di pabrik kelapa sawit menjadi minyak mentah kelapa sawit atau *Crude Palm Oil* (CPO). *Solid* mentah memiliki bentuk dan konsistensi seperti ampas tahu, berwarna kecoklatan, berbau asam-asam, dan masih mengandung minyak CPO sekitar 1,5%. (Ruswendi, 2008 *dalam* Ginting, 2017). Limbah *solid* dari pabrik pengolahan kelapa sawit memiliki potensi yang cukup besar untuk dimanfaatkan, salah satunya untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman, selain itu limbah *solid* yang telah menjadi kompos dapat dibuat sebagai bahan campuran dalam media tanam. Limbah kelapa sawit (*solid*) juga dapat menjadi agen pembenah tanah, diharapkan dapat meningkatkan daya dukung tanah akan ketersediaan bahan organik dan unsur hara terhadap pertumbuhan tanaman. (Ginting, 2017).

Limbah kelapa sawit (*solid*) berfungsi untuk menambah hara ke dalam tanah, juga meningkatkan kandungan bahan organik tanah yang sangat diperlukan bagi perbaikan sifat fisik, kimia, biologi tanah. Meningkatnya bahan organik tanah maka struktur tanah semakin mantap dan kemampuan tanah menahan air bertambah baik, perbaikan sifat fisik tanah tersebut berdampak positif terhadap pertumbuhan akar dan penyerapan unsur hara. (Deptan, 2006 *dalam* Rahman, 2016).

Tanaman bayam merupakan komoditas yang mempunyai nilai komersial cukup tinggi, karena dibutuhkan sehari-hari dan permintaannya cenderung terus meningkat, juga salah satu komoditas tanaman yang memiliki nilai komersial dan digemari masyarakat Indonesia. Tanaman bayam mengandung protein, asam askorbat, dan nutrisi mineral seperti Ca, Fe, Mg, P, K, dan Na, yang dianggap sebagai nilai gizi pada sayuran (USDA, 1984 dalam Setiawati, 2018). Tanaman bayam merupakan salah satu komoditas sayuran yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat, karena bayam adalah tanaman dengan umur pendek dan cepat untuk panen.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi Manado dan analisis sifat kimia tanah dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi Manado. Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan (Maret sampai Mei, 2021).

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: tanah marginal yang diambil dari ring road II Kota Manado, benih bayam hijau, limbah kelapa sawit (*solid*), air dan bahan kimia.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: karung, sekop, cangkul, polybag, gilingan, timbangan, ayakan, alat tulis (bolpoin, penggaris dan buku), terpal dan peralatan di laboratorium.

Metode Penelitian

Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh

12 satuan percobaan (polybag). Perlakuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

P0 = 2 kg tanah marginal (kontrol),

P1 = 2 kg tanah marginal + Limbah kelapa sawit (*solid*) 10 ton/ha.

P2 = 2 kg tanah marginal + Limbah kelapa sawit (*solid*) 20 ton/ha.

P3 = 2 kg tanah marginal + Limbah kelapa sawit (*solid*) 30 ton/ha.

Prosedur Penelitian

Cara kerja:

1. Pengambilan tanah marginal di ring road II Kecamatan Mapanget Kota Manado.
2. Tanah yang telah diambil dan dikeringanginkan di ruang pengeringan
3. Sampel limbah kelapa sawit (*solid*) diambil di PT Socfindo Kebun Mata Pao Sumatera Utara lalu dikeringanginkan dan dihaluskan.
4. Tanah dan limbah kelapa sawit yang sudah dikeringanginkan dihaluskan kemudian dianalisis kandungan unsur hara N, P, K, C-organik dan pH.
5. Limbah kelapa sawit (*solid*) ditimbang sesuai dengan dosis yang dibutuhkan. P1 10 ton/ha setara 10 g/polybag, P2 20 ton/ha setara 20 g/polybag, 30 ton/ha setara 30 g/polybag
6. Tanah ditimbang sebanyak 2 kg untuk setiap polybag dan dilakukan pemasangan label di setiap polybag.
7. Selanjutnya campurkan limbah kelapa sawit (*solid*) dan tanah marginal sesuai dengan perlakuan masing-masing.
8. Media tanam diinkubasi selama 2 minggu.
9. Penanaman dilakukan dengan menggunakan benih tanaman bayam dengan cara menabur benih dibagian atas polybag. kemudian di tutup sedikit dengan tanah di atasnya.
10. Pada umur 1 minggu diadakan penjarangan dan menyisakan 4 tanaman.
11. Pemeliharaan dilakukan setiap hari dan pengamatan tinggi tanaman dan jumlah

daun dilakukan setiap minggu selama 4 minggu.

12. Panen dilakukan pada 4 minggu setelah tanam dengan mencabut tanaman kemudian dihitung berat segar tanaman.

Variabel Pengamatan

Kadar hara tanah, kadar hara limbah kelapa sawit (*solid*), Tinggi tanaman, Jumlah daun dan Berat segar tanaman bayam saat panen.

Analisis Data

Data yang di peroleh dianalisis dengan menggunakan analisis sidik ragam dan jika ada pengaruh nyata dilanjutkan dengan uji BNT 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Sifat Kimia Tanah Marginal

Tabel 1 menunjukkan kandungan hara N, P, dan C-organik berada pada kriteria sangat

Tabel 1 Hasil Analisis Sifat Kimia Tanah Marginal

Jenis Analisis	Hasil Analisis	Metode Analisis	Keterangan
pH H ₂ O	6,85	pH Meter	Netral
C Org (%)	0,80	Walkley and Black	Sangat Rendah
N total (%)	0.08	Kjeldahl	Sangat Rendah
P tersedia (ppm)	1,23	Bray 1	Sangat Rendah
K tersedia (ppm)	8	Bray 1	

Analisis Sifat Kimia Limbah Kelapa Sawit (Solid)

Tabel 2. menunjukkan kandungan hara yang dimiliki oleh limbah kelapa sawit (*solid*) telah memenuhi syarat untuk dijadikan pupuk organik. Maulida (2000) mengemukakan bahwa *solid* mengandung unsur hara berupa nitrogen, fosfor, kalium, magnesium dan kalsium yang tinggi sehingga dengan adanya penambahan *solid* yang diberikan dapat meningkatkan

rendah sedangkan pH tanah tergolong netral. Hal ini diduga bahwa tanah yang digunakan pada penelitian ini kekurangan bahan organik sehingga perlu pemberian pupuk organik. Limbah kelapa sawid (*solid*) merupakan salah satu sumber bahan organik, yang dapat meningkatkan kandungan bahan organik pada tanah marginal. Bahan organik dapat berperan dalam memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Bahan organik berperan dalam meningkatkan kapasitas tukar kation, kapasitas menahan air dan juga dapat meningkatkan kegiatan organisme tanah (Brady *dalam* Karamoy, 2019).

Kandungan hara tanah marginal yang demikian perlu adanya tindakan perbaikan sifat kimia, fisik dan biologi tanah melalui penambahan bahan organik yang dapat menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman serta dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. (Apena, 2020).

ketersediaan unsur hara bagi tanaman (Nanda 2019). Bahan organik berupa limbah kelapa sawit (*solid*) dapat memperbaiki sifat fisik kimia dan biologi tanah. Limbah kelapa sawid (*solid*) dari pabrik pengolahan kelapa sawit memiliki potensi yang cukup besar untuk dimanfaatkan sebagai pupuk organik serta dapat menjadi sumber hara bagi tanaman dan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman.

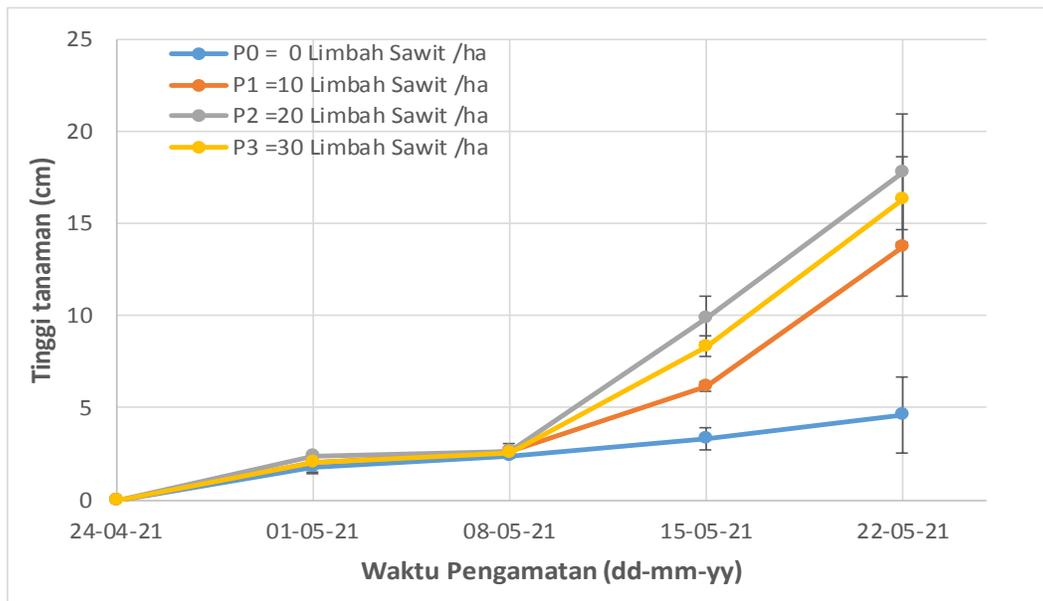
Tabel 2 Kandungan Hara Limbah Kelapa Sawit (*solid*)

Jenis Pupuk Organik	Kadar Air (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	C Organik (%)	pH
Limbah Kelapa Sawit (<i>solid</i>)	10,00	0,69	0,57	0,90	9,22	7,30

Tinggi Tanaman Bayam

Rataan tinggi tanaman disajikan pada Gambar 1. Hasil analisis sidik ragam pemberian limbah kelapa sawit (*solid*) pada tanah marginal dengan indikator tanaman bayam memberikan pengaruh yang nyata pada tinggi tanaman bayam pada minggu ke-3 dan ke-4. Pengamatan minggu ke-1 dan minggu ke-2 tidak memberikan pengaruh yang nyata. Hasil uji lanjut dengan menggunakan uji BNT 5%. Menunjukkan bahwa pada 3 MST pada perlakuan P0

berbeda nyata dengan P1, P2 dan P3 berbeda nyata pada taraf 5%. Hasil tertinggi diperoleh pada perlakuan P2 yaitu pemberian limbah kelapa sawit (*solid*) 20 ton/ha. Pengamatan 4 MST menunjukkan pemberian limbah kelapa sawit (*solid*) berbeda antar perlakuan. P0 (kontrol) berbeda nyata dengan P1, P2 dan P3, dan perlakuan P1 berbeda nyata dengan perlakuan P2 dengan P3 tidak berbeda nyata.



Gambar 1 Rataan Tinggi Tanaman Pada Beberapa Minggu Pengamatan

Pengamatan pada minggu ke-1 dan ke-2 belum memberikan pengaruh nyata hal ini disebabkan tanaman belum menyerap unsur secara optimal yang diberikan lewat limbah kelapa sawit (*solid*). Pada minggu selanjutnya telah memberikan pengaruh, hal

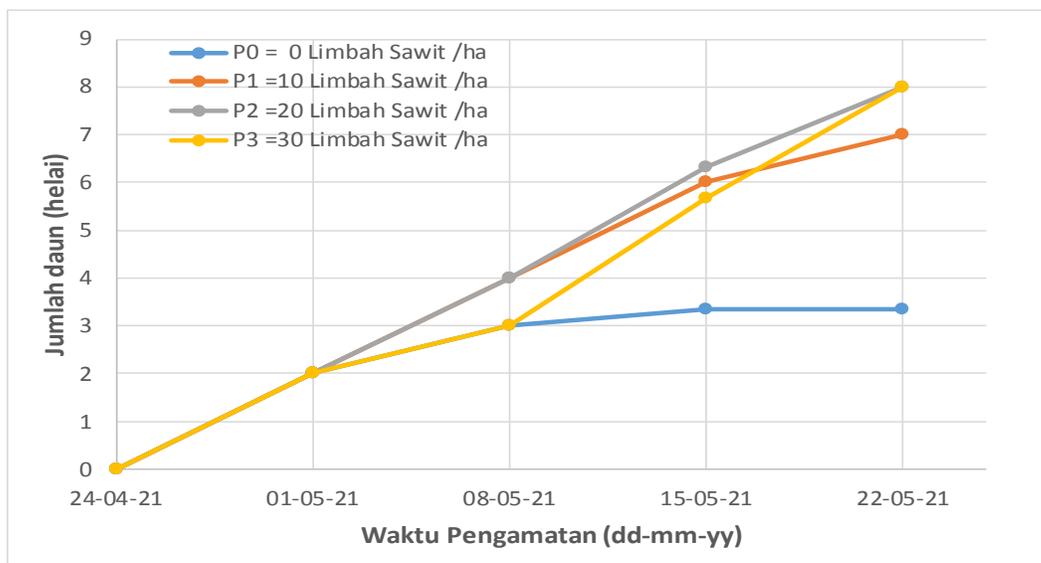
ini disebabkan proses penyerapan unsur hara dari tanah oleh tanaman telah berlangsung sempurna. Tisdale dan Nelson (1975), mengemukakan bahwa tanaman akan respon secara signifikan terhadap pupuk yang diberikan pada tanah yang kurang subur.

Hasil penelitian ini memberikan gambaran bahwa perubahan tinggi tanaman meningkat dengan adanya pemberian limbah kelapa sawit (*solid*). Pemberian limbah kelapa sawit (*solid*) pada tanah marginal yang memiliki kadar hara tergolong sangat rendah memberikan respon yang nyata pada pertumbuhan tinggi tanaman.

Jumlah Daun Tanaman Bayam

Rataan jumlah daun disajikan pada Gambar 2. Hasil analisis sidik ragam pemberian limbah kelapa sawit (*solid*) pada tanah marginal dengan indikator tanaman bayam pada 1MST dan 2MST tidak memberikan pengaruh yang nyata, sedangkan pengaruh yang nyata terjadi pada

minggu ke-3 dan ke-4. Hasil uji lanjut dengan menggunakan BNT 5% pada 3MST menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan P0 dengan P1, P2 dan P3. Perlakuan P1, P2 dan P3 tidak memberikan perbedaan yang nyata pada pertumbuhan jumlah daun di minggu ke-3 MST. Hasil uji lanjut dengan menggunakan BNT 5% pada 4 MST menunjukkan Perlakuan P0 berbeda dengan P1, P2 dan P3. Perlakuan P1 berbeda dengan P2 dan P3, sedangkan P2 dengan P3 tidak berbeda nyata. Hasil penelitian ini menunjukkan pemberian limbah kelapa sawit (*solid*) dengan dosis 20 ton/ha, telah cukup memenuhi pertumbuhan jumlah daun tanaman bayam.

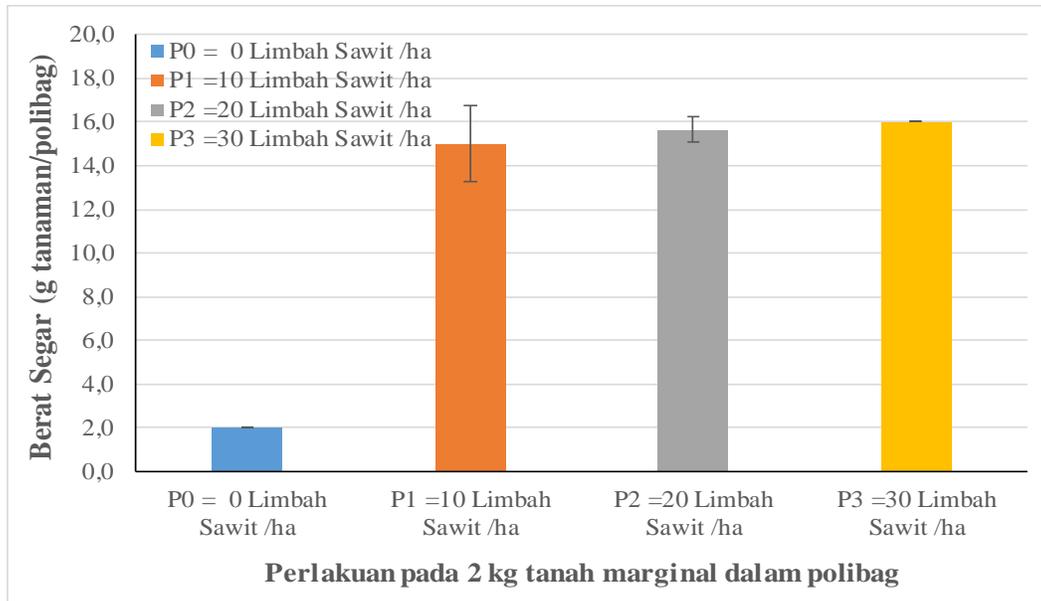


Gambar 2 Rataan Jumlah Daun Pada Beberapa Minggu Pengamatan.

Berat Segar Tanaman Bayam

Rataan berat segar disajikan pada Gambar 3. Pada grafik 3 hasil analisis pemberian limbah kelapa sawit (*solid*) pada tanah marginal dengan indikator tanaman bayam, pada data pengamatan terhadap berat segar tanaman bayam pada umur 4 MST. menunjukkan bahwa perlakuan limbah kelapa sawit (*solid*) berpengaruh nyata. Uji

lanjut BNT 5 % menunjukkan bahwa perlakuan P0 berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2 dan P3 hasil tertinggi di peroleh pada perlakuan P3 dengan dosis 30 ton/ha dan paling rendah pada perlakuan P0 tidak menggunakan limbah kelapa sawit (*solid*)



Gambar 3 Rataan Berat Segar Tanaman bayam 4 MST

Kandungan unsur hara yang terkandung pada limbah kelapa sawid (*solid*) mencukupi asupan hara yang mendukung peningkatan berat segar tanaman bayam sehingga bobot segar bayam meningkat, hal ini disebabkan kandungan unsur hara yang terkandung pada limbah kelapa sawid (*solid*) mencukupi asupan hara yang mendukung peningkatan berat segar tanaman bayam sehingga laju pertumbuhan tanaman akan meningkat. Laju pertumbuhan tanaman yang meningkat dapat mengakibatkan pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik sehingga meningkatkan berat segar tanaman (Ginting, 2017).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pemberian limbah kelapa sawid (*solid*) pada tanah marginal berpengaruh secara nyata terhadap pertumbuhan tanaman bayam dalam hal tinggi tanaman dan jumlah daun pada umur 3 MST dan 4 MST. Pada perlakuan 20 ton/ha memberikan hasil tertinggi pada tinggi tanaman dan, jumlah daun. Berat Segar tanaman pada umur 4 MST memberikan pengaruh yang nyata dan

perlakuan 30 ton/ha memberikan hasil tertinggi.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjut pemberian limbah kelapa sawid (*solid*) pada tanah marginal yang ada di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Apena, N.. 2020. Respon Pemberian Pupuk Organik Pada Tanah Marginal Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Kangkung Darat (*Ipomea Reptans Poir*). Skripsi. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Ginting, T., E. Zuhry, Adiwirman. 2017. Pengaruh Limbah Solid dan NPK Tablet Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jacq.*) di Pembibitan Utama. <https://media.neliti.com/media/publications/198991-pengaruh-limbah-solid-dan-npk-tablet-ter.pdf>. diakses pada 26 November 2020.
- Karamoy, L.,Th., W. J. N. Kumolontang, dan Dj. Kaunang. 2019. Aplikasi Beberapa Pupuk Organik Pada Tanah Marginal Dengan Indikator Tanaman

- Bayam, di Kota Manado. Jurnal Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Samratulangi.
[http://repo.unsrat.ac.id/2703/1/5.Aplikasi
_Beberapa Pupuk Organik Pada Tanah
_Marjinal dengan Indikator-42-48.pdf](http://repo.unsrat.ac.id/2703/1/5.Aplikasi_Beberapa_Pupuk_Organik_Pada_Tanah_Marjinal_dengan_Indikator-42-48.pdf).
Diakses 18 juni 2021.
- Lestari P, E Faridah , C.A. D
Koranto.2017. Pengaruh Legum Penutup Tanah Terhadap Pertumbuhan Semai Mahoni (*Swietenia Macrophylla*) Pada Tanah Marginal.
[http://download.garuda.ristekdikti.go.id/
article.php?article=1779818&val=18956
&title=Pengaruh%20Legum%20Penutup
%20Tanah%20Terdapat%20Pertumbuha
n%20Semai%20Mahoni%20swietenia%
20macrophylla%20pada%20Tanah%20
Marginal](http://download.garuda.ristekdikti.go.id/article.php?article=1779818&val=18956&title=Pengaruh%20Legum%20Penutup%20Tanah%20Terdapat%20Pertumbuhan%20Semai%20Mahoni%20swietenia%20macrophylla%20pada%20Tanah%20Marginal) Diakses 30 juni 2021
- Nanda, E., T. Safruddin., N. Chaniago.
2019. Pengaruh Pupuk Solid dan Zpt Auksin Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Stek Lada (*Piper nigrum L.*).
[http://www.jurnal.una.ac.id/index.php/jb/
article/view/472/387](http://www.jurnal.una.ac.id/index.php/jb/article/view/472/387). Diakses pada 12 juni 2021.
- Okalia, D., C. Eward., A. Haitami. 2017. Pengaruh Berbagai Dosis Kompos Solidplus (Kosplus) Dalam Memperbaiki Sifat Kimia Tanah Ultisol Di Kabupaten Kuantan Singingi,
<https://journals.unihaz.ac.id/index.php/agroqua/article/view/76/41>. Diakses Pada 16 Februari 2021.
- Rahman, Hr., Nururrahmah. 2016. Efektifitas Limbah Padat dan Cair Kelapa Sawit Serta Ampas Sagu Terhadap Tanaman Bawang Merah.
<https://journal.uncp.ac.id/index.php/proceeding/article/view/569>. Diakses pada 26 November 2020.
- Suharta, N. 2010. Karakteristik Dan Permasalahan tanah marginal Dari Batuan Sedimen Masamdi Kalimantan. Jurnal, Litbang Pertanian, 29(4): 139.
- Setiawati, T., F. Rahmawati., dan T. Supriatun. 2018. Pertumbuhan Tanaman Bayam Cabut (*Amaranthus tricolor L*) Dengan Aplikasi Pupuk Organik Kascing dan Mulsa Serasah Daun Bambu. Jurnal Ilmu Dasar,19(1): 37-44.
- Tisdale, S., and W. Nelsone., 1975. Soil Fertility and Fertilizer. 3rd edition coler Mc Millan intern. Inc. Ney York.
- Yuwono, N. W. 2009. Membangun Kesuburan Tanah Di Lahan Marginal. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan, 9(2): 137-141.