

MINERALISASI NITROGEN TANAH INCEPTISOL DENGAN PENAMBAHAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT

Febi Erlangga¹, Valensi Kautsar², Ir. Pauliz Budi Hastuti²

¹Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta

²Dosen Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta

E-Mail : febyerlangga11@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai mineralisasi tanah inceptisol, mengetahui perubahan mineralisasi tanah melalui penambahan tandan kosong kelapa sawit dan mengetahui perubahan mineralisasi tanah melalui penambahan limbah cair pabrik kelapa sawit. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret – Mei 2022, bertempat di UPT Laboratorium Sentral Institut Pertanian Stiper Yogyakarta. Penelitian ini dilakukan dengan metode inkubasi sampel tanah baik dengan atau tanpa penambahan bahan organik. Sehingga terdapat tiga perlakuan. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali, dan dilakukan inkubasi selama 53 hari. Sejak hari ke-0, hingga ke 53, dilakukan perhitungan ammonium dan nitrat. Hasil penelitian dianalisis data dengan menggunakan modelling dengan menggunakan first-order reaction model dengan software Sigmaplot versi 14. Persentase nitrogen yang potensial termineralisasi pada tanah inceptisols dengan kandungan N-total sebesar 0,29% sebesar 19,73%. Selama 53 hari inkubasi, mineralisasi nitrogen tanah inceptisol sebesar 0,372 g kg⁻¹, penambahan LCPKS pada tanah menunjukkan peningkatan mineralisasi sebesar 284% dari 0,58 g kg⁻¹ menjadi 2,23 g kg⁻¹. Sementara itu nilai mineralisasi potensial bersih LCPKS tanpa tanah sebesar 1,91 g kg⁻¹ dan penambahan TKKS pada tanah menunjukkan peningkatan mineralisasi sebesar 317% dari 0,58 g kg⁻¹ menjadi 2,42 g kg⁻¹. Sementara itu nilai mineralisasi potensial bersih TKKS tanpa tanah sebesar 1,98 g kg⁻¹.

Kata kunci: ammonium, nitrat, mineralisasi nitrogen, LCPKS, TKKS

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan komoditas unggulan yang ada di Indonesia dan memiliki prospek masa depan yang sangat cerah. Hal ini didukung dengan minyak kelapa sawit yang multifungsi, yaitu untuk minyak goreng, bahan keperluan industri kimia, bahan kosmetik dan lainnya (Suyatno, 2010). Menurut data direktorat jendral perkebunan pada tahun 2018 kelapa sawit di Indonesia di dominasi oleh perusahaan swasta dengan luasan lahan 7,7 juta hektar (ha), total areal kelapa sawit Indonesia seluas 14,3 juta hektar (ha), luas perkebunan rakyat mencapai 5,8 juta hektar luasan lahan yang dikelola oleh negara mencapai 715 ribu hektar. Dilihat dari kinerja produksi yang dihasilkan, swasta paling banyak memproduksi kelapa sawit sebesar 26,5 juta ton atau 51%. Perkebunan rakyat menyumbang 14 juta ton CPO atau 33%, sedangkan perkebunan negara hanya 6% atau 2,5 juta ton CPO. Perkebunan swasta menguasai 54% dari total luasan lahan, perkebunan negara 5% dan perkebunan rakyat 41% (Kementrian Pertanian, 2019).

Mineralisasi nitrogen merupakan perubahan bentuk dari senyawa organik ke ikatan anorganik. Nitrogen dalam bentuk anorganik sangat penting karena merupakan bentuk yang dapat diserap tanaman untuk pertumbuhan dan produksi. Bahan organik tanah sangat berpengaruh terhadap kesuburan tanah. Kualitas bahan organik merupakan salah satu kunci dalam menjaga kelestarian tanah, tanaman dan lingkungan. Unsur nitrogen merupakan unsur hara makro utama yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman kelapa sawit. Nitrogen pada tanaman berfungsi pada pembentukan protein, sintesis klorofil dan proses metabolisme. Nitrogen menyusun senyawa organik penting misalnya asam amino, protein dan asam nukleat (Goh dan Hardter, 2010). Tanaman menyerap nitrogen dalam bentuk amonium dan nitrat, ion-ion ini berasal dari pemupukan dan dekomposisi bahan organik (Benbi dan Richter, 2002).

Pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebagai bahan pembenah tanah dan sumber hara di perkebunan dapat dilakukan dengan cara aplikasi langsung sebagai mulsa. Aplikasi tangkos secara langsung sebagai mulsa di perkebunan kelapa sawit secara umum dapat meningkatkan kadar N, P, K, Ca, Mg, C-organik, dan KTK tanah. Peningkatan hara diikuti dengan peningkatan produksi tandan buah segar (TBS) (Wardani dan Widiawati, 2014).

Pemanfaatan limbah cair pabrik kelapa sawit dari kolam anaerobik sekunder dengan biological oxygen demand (BOD) 3.500-5000 mg/liter yang dapat menyumbangkan unsur hara terutama N dan K dan bahan organik. Setiap pengolahan 1 ton TBS akan menghasilkan limbah padat berupa tandan kosong kelapa sawit (Tangkos) sebanyak 200 kg, sedangkan untuk setiap produksi 1 ton minyak sawit mentah (MSM) akan menghasilkan 0,6-0,7 ton limbah cair dengan BOD 20.000-60.000 mg/liter. Kandungan hara limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) adalah 450 mg N/L, 80 mg P/L, 1.250 mg K/L dan 215 mg/L (Silalahi, 2017).

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui bagaimana perubahan nilai mineralisasi tanah dengan pembahan bahan organik TKKS dan LCPKS.

METODE PENELITIAN

Penelitian telah dilaksanakan di UPT Laboratorium Sentral Institut Pertanian Stiper Yogyakarta pada bulan Maret – Mei 2022.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain: botol dengan penutupnya, timbangan, oven, alat tulis, tanah yang berasal dari Banguntapan, TKKS, LCPKS, khemikalia, dan reagen.

Penelitian ini menggunakan metode inkubasi sampel tanah baik dengan atau tanpa penambahan bahan organik. Sehingga terdapat tiga perlakuan. Perlakuan pertama tanah tanpa penambahan bahan Organik. Perlakuan kedua adalah tanah dengan penambahan Tandan kosong kelapa sawit dan perlakuan ketiga tanah dengan penambahan limbah cair pabrik kelapa sawit. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali, dan dilakukan inkubasi selama 6 minggu. Sejak minggu ke-0, hingga ke 6, dilakukan perhitungan ammonium dan nitrat. Sehingga total botol yang diperlukan 3 botol x 3 ulangan x 6 minggu pengamatan = 54 botol. Hasil penelitian dianalisis data dengan menggunakan modelling dengan menggunakan first-order reaction model dengan software Sigmaplot versi 14.

Prosedur penelitian : Sebanyak 30 gram sampel tanah dimasukkan botol, kemudian ditambahkan dengan air sebanyak 10 ml. Selanjutnya tanah diberikan perlakuan baik tanpa penambahan, maupun dengan penambahan TKKS sebanyak 1,5 gram atau limbah cair pabrik kelapa sawit sebanyak 1,5 ml. Selanjutnya tanah dilakukan inkubasi selama 6 minggu pada suhu ruangan. Setiap dua minggu, sejak minggu ke-0, botol inkubasi diekstrak dan dianalisis kandungan ammonium dan nitrat sebagai nitrogen anorganik. Selanjutnya dilakukan perhitungan mineralisasi nitrogen dan net mineralisasi nitrogen dengan mengurangi nilai nitrogen anorganik yang diperoleh dari minggu pengamatan, dengan minggu ke-0. Perhitungan mineralisasi nitrogen potensial (N_o) dilakukan dengan menggunakan software Sigmaplot versi 14 (Systat Software, Inc., San Jose, California, USA) berdasarkan first-order reaction model sebagai berikut: $Mineralisasi\ N = N_o (1 - e^{-k_n t})$

Dimana N_o adalah nilai mineralisasi nitrogen potensial (g N kg⁻¹), e adalah konstanta euler sebesar 2,71828, k_n adalah nilai mineralisasi konstan (minggu⁻¹), dan t adalah waktu inkubasi (minggu).

Parameter yang diamati adalah: Kandungan nitrogen total, ammonium dan nitrat. Dilakukan dengan metode Kjeldahl. Nilai mineralisasi potensial Dihitung dengan *first-order reaction model* nilai konstan mineralisasi dihitung dengan *first-order reaction model*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kandungan Nitrogen Total

Tabel 1. Kandungan nitrogen total (N-total) pada tanah, LCPKS, dan TKKS

Perlakuan	Kandungan N-total (%)
Tanah	0,29
LCPKS	0,34
TKKS	1,17

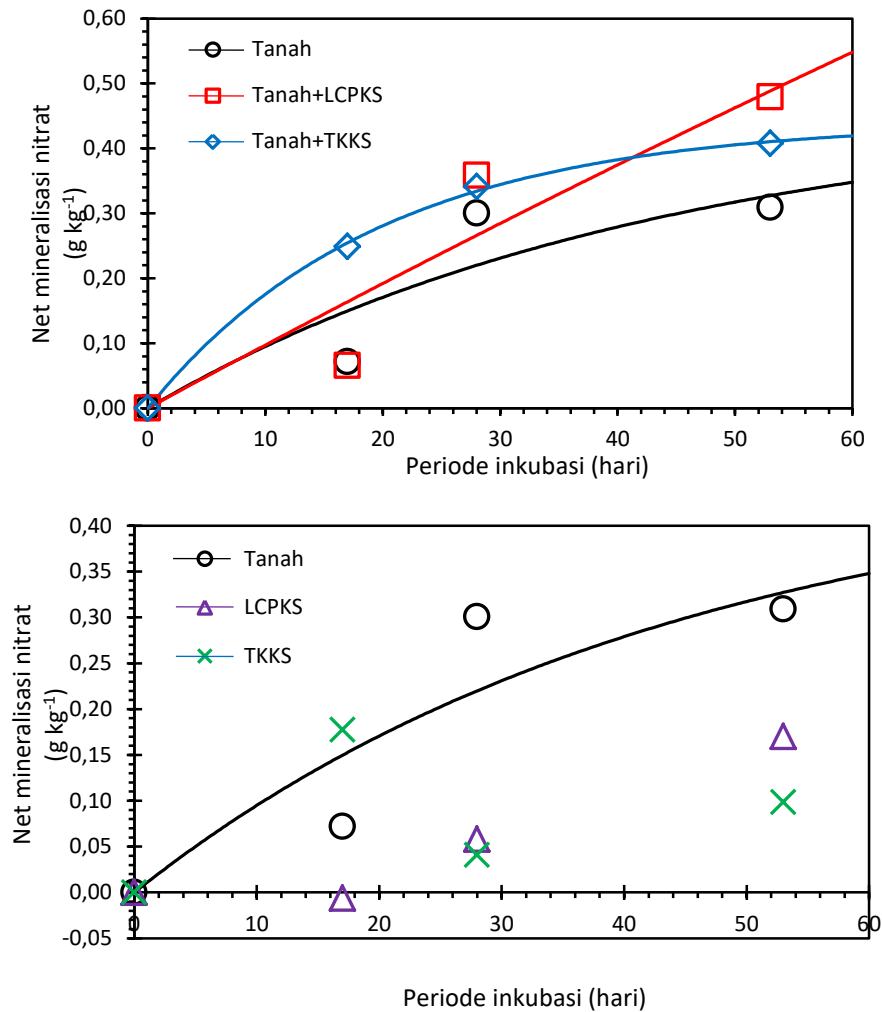
Sumber : analisis di laboratorium Instiper, 2022

Kandungan N-total pada tanah inceptisols menunjukkan sebesar 0,29% (Tabel 1). Penelitian Utami dkk (2017) di Yogyakarta menunjukkan tanah inceptisols memiliki kandungan N-total sebesar 0,1%. Sementara itu penelitian Yuniarti dkk (2019) menunjukkan bahwa kandungan N-total tanah inceptisols sebesar 0,24%. Kadar nitrogen total yang rendah pada tanah inceptisol sesuai dengan penelitian Nursyamsi dan Suprihati (2005), yang menyatakan bahwa nitrogen total pada Inceptisol lebih rendah jika dibandingkan dengan, Vertisol, dan Andisol. Nilai N-total pada tanah cenderung bervariasi tergantung dari faktor pembentuk tanah, yakni bahan induk, iklim, topografi, organisme, dan waktu (Jenny, 1994).

Kandungan N-total LCPKS dan TKKS menunjukkan nilai masing-masing sebesar 0,34% dan 1,17%. Nilai tersebut lebih rendah dibandingkan penelitian lain yang menunjukkan kandungan LCPKS sebesar 1,17% dan TKKS sebesar 1,50% (Ermadani & Muzar, 2011; Rima dkk, 2012). Kadar N-total pada LCPKS yang cukup tinggi disebabkan karena limbah cair pabrik pengolahan kelapa sawit mengandung unsur hara yang tinggi seperti N, P, K, dan Mg (Loebis dan Tobing, 1989). Oleh karena itu limbah cair tersebut berpeluang untuk digunakan sebagai sumber hara bagi tanaman. TKKS merupakan salah satu bahan organik di perkebunan sawit yang dikenal memiliki kadar nitrogen total yang tinggi yakni sebesar 0,80% N (Hastuti, 2009). Selain nitrogen TKKS juga mengandung beberapa unsur hara lain seperti K_2O , P_2O_5 , dan MgO yang masing-masing sebesar 2,90%; 0,22%; dan 0,30%. Dengan adanya unsur hara tersebut serta unsur hara lain yang terkandung di dalam TKKS dapat menambah kebutuhan pertumbuhan bibit kelapa sawit. Kadar TKKS yang lebih tinggi dibandingkan LCPKS disebabkan oleh TKKS merupakan bahan organik kompleks yang komponen penyusunnya adalah material yang kaya unsur karbon (selulosa 42,7%, hemiselulosa 27,3%, dan lignin 17,2%), sedangkan LCPKS yang merupakan sisa hasil limbah pabrik kelapa sawit (Darnoko et al., 2006). Tanaman menyerap nitrogen dalam bentuk kation NH_4^+ dan NH_3 - Kedua ion tersebut berturut-turut dihasilkan dari proses amonifikasi dan nitrifikasi (Havlin et., al 2004).

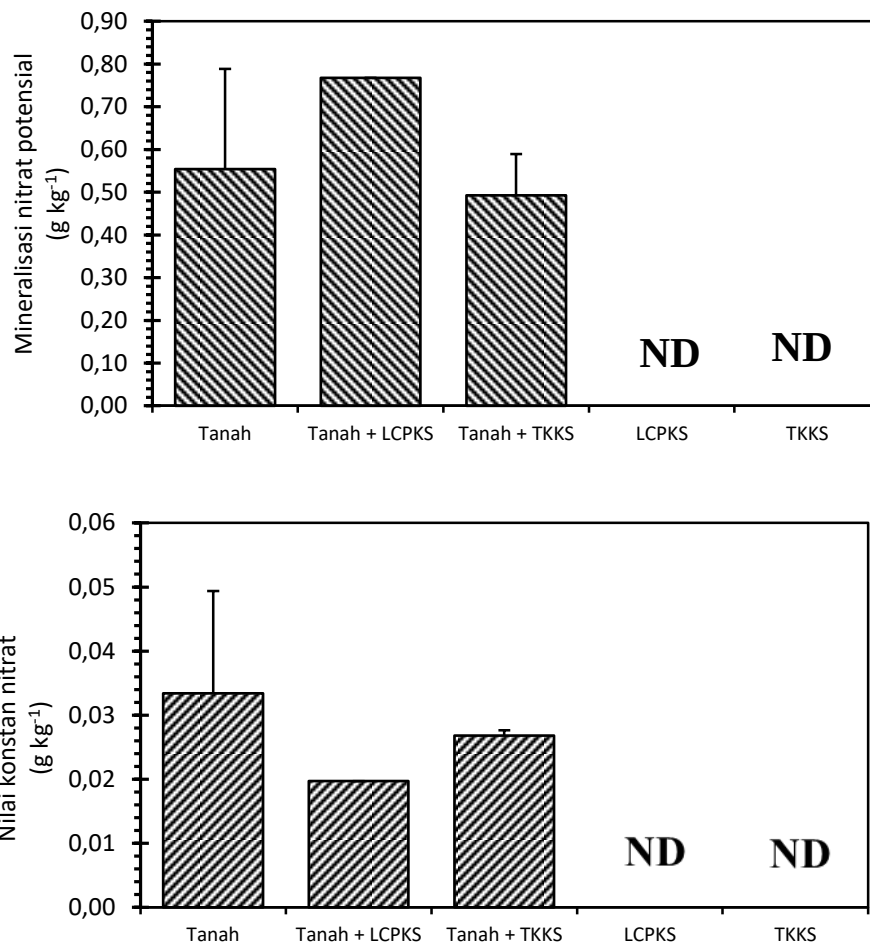
2. Nitrat

Penambahan bahan organik, utamanya LCPKS pada tanah mampu meningkatkan nitrat. Seperti yang dinyatakan Khotimah et al, (2020) kadar nitrat mengalami peningkatan seiring bertambahnya waktu. Hal tersebut dikarenakan terjadinya proses mineralisasi LCPKS sehingga memungkinkan terjadinya proses nitrifikasi. Hal lain yang menyebabkan tingginya akumulasi nitrat pada penelitian ini adalah tidak adanya penyerapan unsur hara oleh tanaman.



Gambar 1. Perubahan mineralisasi nitrat pada tanah dengan penambahan LCPKS dan TKKS menggunakan persamaan $\text{Min Nitrat} = \text{NO}_3^-_{\text{pot}} (1 - e^{-k_n \times t})$ selama 53 hari pengamatan

Mineralisasi nitrat pada tanah inceptisols menunjukkan grafik yang naik hingga hari terakhir pengamatan (Gambar 1a). Pada penambahan LCPKS menunjukkan grafik yang naik hingga hari ke 53 inkubasi sementara itu pada penambahan TKKS terlihat nilai yang lebih tinggi dengan grafik yang agak melandai pada hari 53 inkubasi. Pada LCPKS menunjukkan nilai negatif yang mengindikasikan terjadinya imobilisasi pada hari ke 17 (Gambar 1b). Pada hari ke 28 dan 53, baik LCPKS maupun TKKS menunjukkan hasil positif atau mengalami mineralisasi menjadi nitrat. Akan tetapi kedua perlakuan tersebut tidak dapat digunakan untuk model mineralisasi menggunakan first-order reaction model, karena data tidak tersebar dengan baik. Adanya imobilisasi pada awal inkubasi yang menyebabkan nilai negatif sehingga model tidak dapat digunakan juga ditemukan pada penelitian lain (Lindsey et al. 2013).



Keterangan :

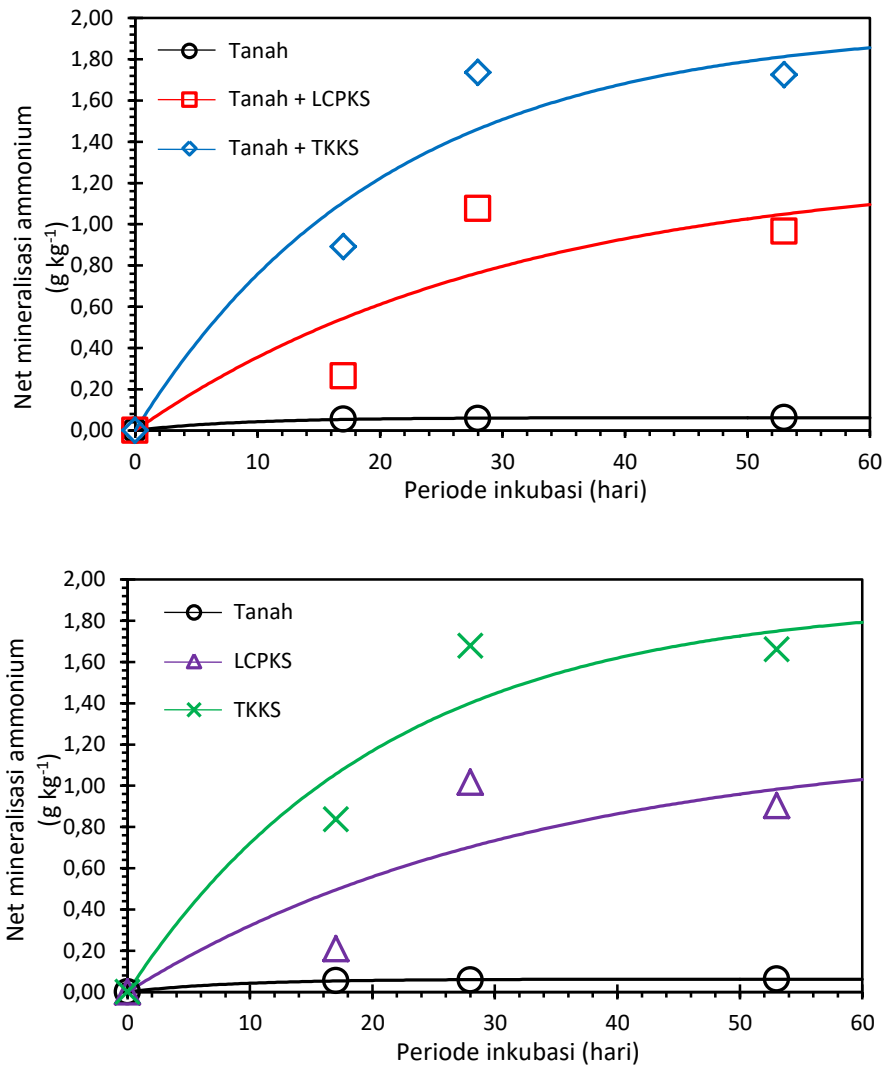
ND : no data

Gambar 2. Nilai nitrat potensial ($\text{NO}_3^-_{\text{pot}}$) dan *constant rate* (k_{nitrat}) pada tanah dengan penambahan LCPKS dan TKKS

Kandungan nilai nitrat potensial ($\text{NO}_3^-_{\text{pot}}$) menunjukkan diagram pada tanah inceptisol nilai sebesar $0,55 \text{ g kg}^{-1}$ (Gambar 2a). pada penambahan LCPKS menunjukan nilai yang lebih tinggi sebesar $0,76 \text{ g kg}^{-1}$ namun pada tanah yang tambahkan TKKS lebih rendah sebesar $0,49 \text{ g kg}^{-1}$. Pada LCPKS dan TKKS menunjukkan nilai negatif yang mengindikasikan terjadinya imobilisasi. Sementara itu pada nilai *constant rate* (k_{nitrat}) tanah menunjukkan nilai sebesar $0,033 \text{ g kg}^{-1}$. Pada tanah yang ditambahkan LCPKS dan TKKS menunjukkan nilai yang lebih rendah dibandingkan tanah dengan nilai k_{nitrat} masing-masing sebesar $0,020 \text{ g kg}^{-1}$ dan $0,027 \text{ g kg}^{-1}$.

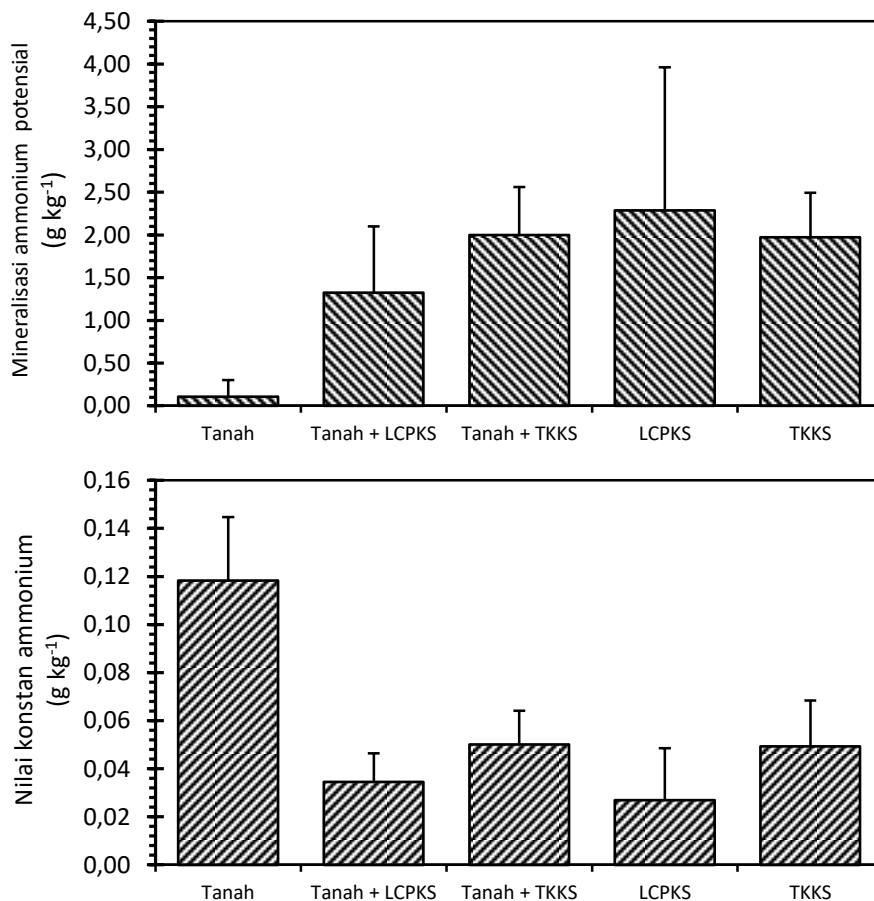
3. Ammonium

Kadar ammonium mengalami peningkatan seiring bertambahnya waktu. Hal tersebut di karenakan terjadinya proses mineralisasi LCPKS dan TKKS sehingga memungkinkan terjadinya proses amonifikasi Khotimah et al. (2020). Penambahan bahan organik LCPKS dan TKKS pada tanah mampu meningkatkan ammonium dibandingkan dengan tanah.



Gambar 3. Perubahan mineralisasi amonium pada tanah dengan penambahan LCPKS dan TKKS menggunakan persamaan $\text{Min Ammonium} = \text{NH}_4^+_{\text{pot}} (1 - e^{-k_n \times t})$ selama 53 hari pengamatan

Mineralisasi amonium pada tanah menunjukkan grafik yang cenderung stabil sejak hari ke 28 hingga hari terakhir pengamatan (Gambar 3a). Hal ini juga terjadi pada penelitian Mulyani et al. (2013) yang menunjukkan adanya sedikit peningkatan pada hari ke 28, hal ini terjadi karena tanah inceptisol mengandung kadar lempung dan Kapasitas Pertukaran Kation (KPK) tinggi. Pada penambahan LCPKS menunjukkan grafik yang naik hingga hari ke 28 inkubasi, dilanjutkan agak melandai pada hari ke 53. Sementara itu pada penambahan TKKS terlihat nilai yang lebih tinggi dengan grafik yang agak melandai pada hari 53 inkubasi. LCPKS menunjukkan grafik yang terlihat meningkat pada hari ke 17 dan cenderung stabil pada hari ke 28 dan 53 (Gambar 3b). Pada net TKKS menunjukkan grafik yang terlihat naik di hari ke 17 dan cenderung stabil hingga hari terakhir pengamatan.

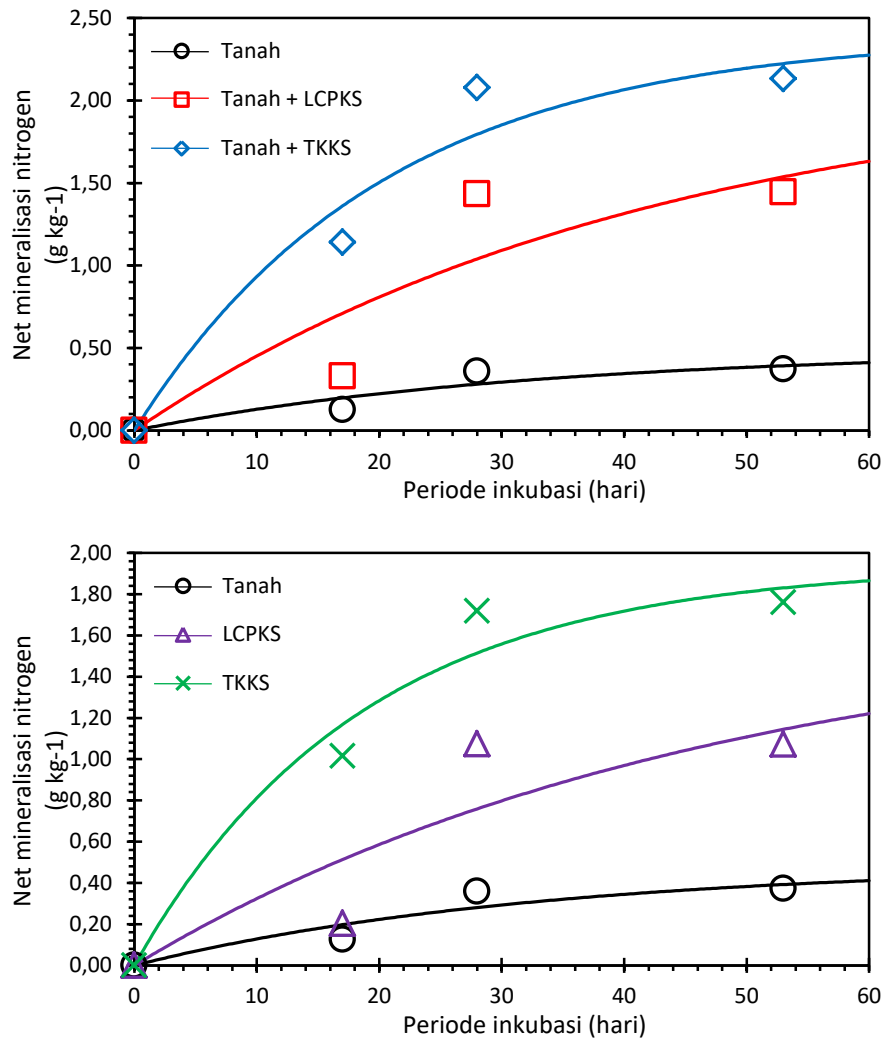


Gambar 4. Nilai Ammonium potensial ($\text{NH}_4^+ \text{pot}$) dan *constant rate* (k_{ammonium}) pada tanah dengan penambahan LCPKS dan TKKS

Kandungan nilai ammonium potensial ($\text{NH}_4^+ \text{pot}$) menunjukkan pada tanah inceptisol nilai sebesar 0,10 g kg⁻¹ (Gambar 4a). pada penambahan LCPKS menunjukkan nilai sebesar 1,32 g kg⁻¹ sedangkan pada penambahan TKKS sebesar 1,99 g kg⁻¹. Kandungan nilai ammonium potensial pada LCPKS menunjukkan nilai sebesar 2,28 g kg⁻¹ dan pada TKKS sebesar 1,97 g kg⁻¹. Sementara itu pada nilai *constant rate* (k_{ammonium}) menunjukkan pada tanah sebesar 0,11 g kg⁻¹. Pada tanah yang ditambahkan LCPKS menunjukkan nilai yang lebih rendah, yakni sebesar 0,035 g kg⁻¹. Penambahan TKKS menunjukkan nilai sebesar 0,051 g kg⁻¹. Sementara itu pada LCPKS dan TKKS memiliki nilai k_{ammonium} masing-masing sebesar 0,02 g kg⁻¹ dan 0,04 g kg⁻¹.

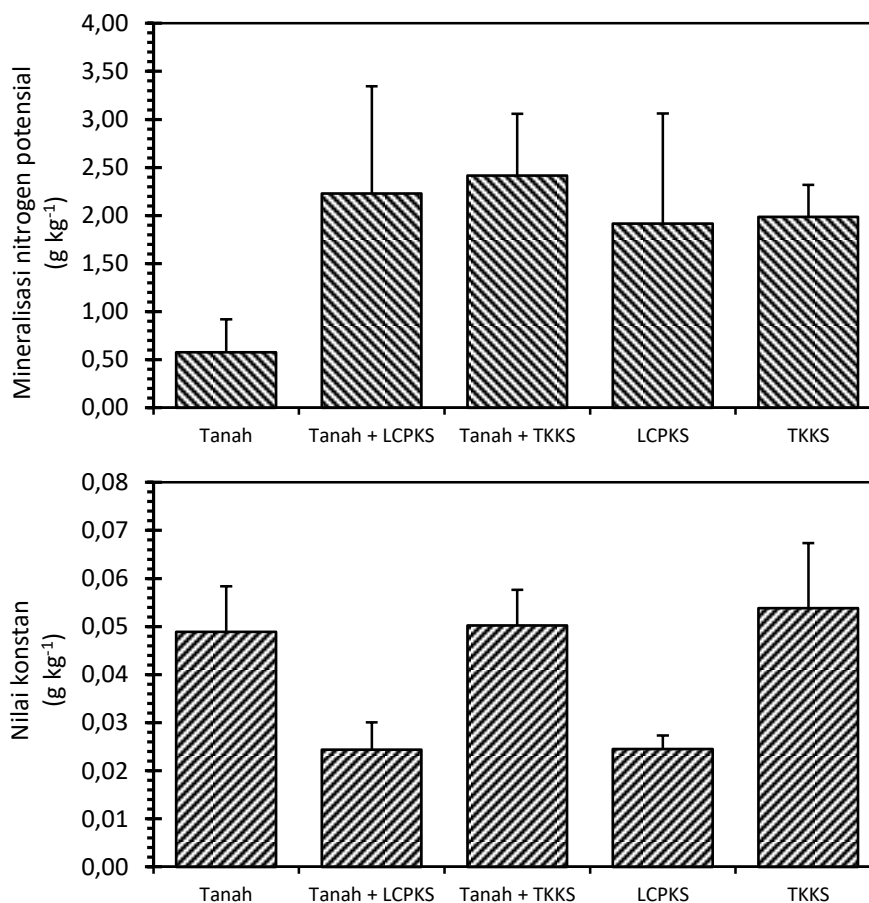
4. Mineralisasi Nitrogen

Rata-rata persentase nitrogen yang termineralisasi nitrogen pada hari ke 17 hingga hari terakhir pengamatan pada tanah meningkat. Penambahan LCPKS dan TKKS pada tanah mampu meningkatkan persentase nitrogen yang termineralisasi masing-masing hingga hari terakhir pengamatan.



Gambar 5. Perubahan mineralisasi nitrogen pada tanah dengan penambahan LCPKS dan TKKS menggunakan persamaan $\text{Min Nitrogen} = N_0 (1 - e^{-k_n \times t})$ selama 53 hari pengamatan

Mineralisasi nitrogen pada tanah menunjukkan grafik yang cenderung stabil hingga hari terakhir pengamatan (Gambar 5a). Pada penambahan LCPKS menunjukkan grafik yang naik hingga hari ke 53 inkubasi (Gambar 5a). Sementara itu pada penambahan TKKS terlihat nilai yang lebih tinggi dengan grafik yang agak melandai pada hari 53 inkubasi. LCPKS menunjukkan grafik yang terlihat meningkat sampai hari terakhir pengamatan 17 (Gambar 5b). Namun pada TKKS menunjukkan grafik yang terlihat nilai yang lebih tinggi dengan grafik agak melandai pada hari terakhir pengamatan.



Gambar 6. Nilai mineralisasi nitrogen potensial (N_o) dan *constant rate* (k_n) pada tanah dengan penambahan LCPKS dan TKKS

Kandungan nilai mineralisasi nitrogen potensial (N_o) menunjukkan diagram pada tanah inceptisol nilai sebesar $0,57 \text{ g kg}^{-1}$ (Gambar 6a). Pada penambahan LCPKS menunjukkan nilai sebesar $2,22 \text{ g kg}^{-1}$ sedangkan pada penambahan TKKS sebesar $2,41 \text{ g kg}^{-1}$. Mineralisasi potensial pada LCPKS menunjukkan nilai sebesar $1,91 \text{ g kg}^{-1}$ dan pada TKKS sebesar $1,98 \text{ g kg}^{-1}$. Sementara itu pada nilai *constant rate* (k_n) menunjukkan nilai sebesar $0,049 \text{ g kg}^{-1}$. Pada tanah yang ditambahkan LCPKS menunjukkan nilai yang lebih rendah dibandingkan tanah yakni sebesar $0,02 \text{ g kg}^{-1}$. TKKS yang ditambahkan pada tanah menunjukkan mineralisasi nitrogen sebesar $0,05 \text{ g kg}^{-1}$. Sementara itu pada LCPKS dan TKKS memiliki nilai konstan masing-masing sebesar $0,02 \text{ g kg}^{-1}$ dan $0,05 \text{ g kg}^{-1}$.

KESIMPULAN

1. Persentase nitrogen yang potensial termineralisasi pada tanah inceptisols dengan kandungan N-total sebesar 0,29% sebesar 19,73%. Selama 53 hari inkubasi, mineralisasi nitrogen tanah inceptisol sebesar $0,372 \text{ g kg}^{-1}$.
2. Penambahan LCPKS pada tanah menunjukkan peningkatan mineralisasi sebesar 284% dari $0,58 \text{ g kg}^{-1}$ menjadi $2,23 \text{ g kg}^{-1}$. Sementara itu nilai mineralisasi potensial bersih LCPKS tanpa tanah sebesar $1,91 \text{ g kg}^{-1}$.

- 3 Penambahan TKKS pada tanah menunjukkan peningkatan mineralisasi sebesar 317% dari 0,58 g kg⁻¹ menjadi 2,42 g kg⁻¹. Sementara itu nilai mineralisasi potensial bersih TKKS tanpa tanah sebesar 1,98 g kg⁻¹.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, J. (2010). Unsur nitrogen dan perannya terhadap pertumbuhan tanaman.
- Anonim. (2010). jenis-jenis tanah dan proses pembentukan tanah.
- Azahra, N. R., Mindari, W., & Santoso, S. B. (2021). Mineralisasi Nitrogen Tanah Pada Berbagai Pengelolaan Tanaman Kopi (*Coffea L.*) Di Kecamatan Tukur-Pasuruan. *Plumula : Berkala Ilmiah Agroteknologi*, 9 (1), 23–35. <https://doi.org/10.33005/plumula.v9i1.56>
- Benbi, D.K, and J. R. (2002). A critical review of some approaches to modelling nitrogen mineralization. *Biol Fertil Soils.*, 35:, 168–183.
- Cartes, P., A. Jara, R. D. and M. de la L. M. (2009). *Urease activity and nitrogen mineralization kinetics as affected by temperature and urea input rate in southern Chilean Andisol. J. Soil Sc. Plant Nutr.* 9 (1), 69–82.
- Cookson, W. R, I. S. C. and J. S., & Rowarth. (2002). Winter soil temperatur (2- 15 oC) effect on nitrogen transformations in clover green manure amandend and unamandend soils. : *A Laboratory and Field Study. Soil Biol. Biochem.*, 34, 1401–1415.
- Darma, J. J., N. dan R. (2014). Optimasi Produksi Pupuk Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan Aplikasinya Terhadap Tanaman. *Jurnal Teknologi Agro-Indutri.*, Vol 1.(No. 1.), Hal 1-8.
- Darmosarkoro, W. dan W. (2001). Penggunaan TKS dan Kompos TKS Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman. Lahan dan Pemupukan Kelapa Sawit. *Edisi 1.Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.*
- Ermadani, & Muzar, A. (2011). Pengaruh Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit terhadap Hasil Kedelai dan Perubahan Sifat Kimia Tanah Ultisol Effect of Palm Oil Mill Effluent on Soybean Yield and Chemical Properties of Ultisol. *J.Agron. Indonesia*, 39 (3), 160–167.
- Firmansyah, A. (2010). Teknik Pembuatan Kompos. *Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP): Kalimantan Tengah.*
- Goh, J. K, and, Hardter, R. (2010). General Oil Palm Nutrition. *International Potash Institute Kassel. Germany.*
- Isroi. (2008). Limbah Pabrik Kelapa Sawit. [Http://Isroi.Com/2008/06/19/Limbah-Pabrik-Kelapa-Sawit/](http://Isroi.Com/2008/06/19/Limbah-Pabrik-Kelapa-Sawit/).
- Kementrian Pertanian. (2019). *Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian.*
- Lindsey, L.E., Steinke, K., Warncke, D.D. and Everman, W.J., 2013. Nitrogen release from

weed residue. *Weed Science*, 61(2), pp.334-340.

- Khotimah, K., Suwastika, A. A. N. G., & Atmaja, I. W. D. (2020). Dinamika Amonium dan Nitrat Pada Lahan Sawah Semi Organik untuk Tanaman Padi Lokal dan Hibrida di Subak Jatiluwih Kabupaten Tabanan. *Agrotrop : Journal on Agriculture Science*, 10(1), 39. <https://doi.org/10.24843/ajoas.2020.v10.i01.p05>
- Mulyani, N. S., Suryadi, M. E., & Dwiningsih, S. (2013). Dinamika Hara Nitrogen pada Tanah Sawah. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 3, 14–25.
- Munawar, A. (2010). Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman. *Bogor (ID): IPB Press*.
- Nasution.D.Y. (2004). Pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit yang berasal dari kolam akhir (final pond) dengan proses koagulasi melalui elektrolisis. *Jurnal Sains Kimia*, 8 (2), 38-40.
- Nasution. (2013). Karakteristik Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit pada Proses Pengolahan Anaerob dan Aerob. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 13(4), 67.
- Nindrasari, G., Meitiniart, I., & Mangimbulude, J. C. (2011). Ammonium Removal on Industrial Wastewater of Shrimp Paste By. *Prosiding Seminar Nasional Kimia Unesa*, 978–979.
- Riza, Suyatno. (2010). Masa Depan Perkebunan Kelapa Sawit Indonesia. *Kanissius Yogyakarta*.
- Sentana, Suharwaji., Suryanto, M. A. Subroto., S. dan S. (2010). Pengembangan dan Pengujian Inokulum untuk Pengomposan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit. . . *Jurnal Rekayasa Proses. Vol 4. No. 2*, 35–39.
- Silalahi, B. M., dan S. (2017). Pengelolaan Limbah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Angsana Estate, Kalimantan Selatan. *Jurnal Institut Pertanian Bogor*.
- Soepardi. (1983). Sifat dan ciri tanah. *Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, IPB : Bogor*.
- Stevenson, F. T. (1982). Humus Chemistry. *John Wiley and Sons: Newyork*.
- Tian, G., L. Brussard, B.T., K. and M. J. (1997). Soil fauna-mediated decomposition of plant residues under contreined environmental and residue quality condition. *In Driven by Nature Plant Litter Quality and Decomposition, Department of 30 Biological Sciences. (Eds Cadisch, G. and Giller, K.E.), Pp. 125-134. Wey College, University of London, UK*.
- Wardani. A. P. K. dan D. Widiawati. (2014). Pemanfaatan tandan Kosong Kelapa sawit Sebagai Material Tekstil dengan Pewarna Alam untuk Produk Kriya. *Jurnal Tingkat Sarjana Bidang Senirupa Dan Desain*.
- Wawan. (2017). Pengelolaan Bahan Organik. *Buku Ajar*, 1–130.
- Wijaya, K. (2010). Pengaruh Konsentrasi dan Frekuensi Pemberian Pupuk Organik Cair Hasil Perombakan Anaerob Limbah Makanan Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* l.). *Skripsi : Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Negeri Sebelas Maret*.