

**EFEKTIVITAS BINTIL AKAR KEDELAI EDAMAME DENGAN PEMBERIAN TKKS DI
TAILING PASIR PASCA TAMBANG TIMAH**

**EFFECTIVITY OF SOYBEAN EDAMAME ROOT NODULES WITH ADDITIONAL POEFBC IN
SANDY TAILINGS POST TIN MINING**

Santi Ratna, Aini Siti Nurul, Alfajri

Jurusan Agroteknologi, Universitas Bangka Belitung
Kampus Terpadu Universitas Bangka Belitung, Balunijuk, Kabupaten Bangka, 33111

Korespondensi : ratnasanti_ubb@yahoo.com

Diterima: 30 Juli 2019 / Disetujui: 27 Desember 2019

ABSTRAK

Efektivitas bintil akar kedelai edamame dipengaruhi oleh penggunaan pupuk sebagai sumber energi mikroba. Pemanfaatan kompos tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan solusi alternatif pupuk organik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kompos TKKS terhadap efektivitas bintil akar dan perkembangan fase generatif edamame di *tailing* pasca tambang timah. Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok dengan tiga ulangan. Perlakuan kompos terdiri atas tujuh taraf, yaitu: K0 (tanpa kompos TKKS dan legin), K1 (10 t ha⁻¹), K2 (15 t ha⁻¹), K3 (20 t ha⁻¹), K4 (25 t ha⁻¹), K5 (30 t ha⁻¹) dan Legin. Hasil penelitian penggunaan kompos tandan kosong kelapa sawit dapat meningkatkan efektivitas bintil akar dan perkembangan fase generatif edamame di *tailing* pasir pasca tambang timah. Persentase bintil akar efektif, jumlah polong dan bobot polong terbanyak pada perlakuan 20 t ha⁻¹.

Kata kunci : Bintil akar, kompos, *Tailing*, *Soybean edamame*

ABSTRACT

Edamame soybean nodule effectivity was influenced by the optimalization of fertilizer as a microbial energy sources. Utilization of palm oil empty fruit bunch compost (POEFBC) is an alternative solution for organic fertilizer. This study was to determine the effect of POEFBC on root nodules effectivity and edamame soybean generative stage in *sandy tailing* post tin mining. Experimental method used Randomized Block Design with three replications. The treatments consist of seven levels i.e. K0 (without POEFBC and legin), K1 (10 t ha⁻¹), K2 (15 t ha⁻¹), K3 (20 t ha⁻¹), K4 (25 t ha⁻¹), K5 (30 t ha⁻¹) and Legin. The results showed that the use of palm oil empty fruit bunches compost can increase the activity of edamame soybean root nodules and develop the generative stage of edamame in *sandy tailing* post tin mining. The treatment 20 t ha⁻¹ showed the best treatment for the effective percentage of root nodules, number of pods and pod weight.

Keywords: Root nodule, Compost, *Tailings*, *Soybean edamame*

ISSN : 2407-7933

153

Cite this as: Santi R., Aini S. N. & Alfajri. (2019). Efektivitas bintil akar kedelai edamame (*Glycine max* (L.) Merr.) dengan pemberian TKKS di *tailing* pasir pasca tambang timah. *Jurnal Agro*, 6(2), 153-167 <https://doi.org/10.15575/5524>

PENDAHULUAN

Edamame (*Glycine max* L. Merr.) merupakan tanaman pangan yang kaya protein dan tinggi serat di beberapa negara seperti Jepang, Cina dan Taiwan (Widati & Iteu, 2012). Edamame dibandingkan kedelai biasa mempunyai keunggulan, yaitu biji lebih besar, rasa lebih manis, tekstur halus dan lebih mudah dicerna (Hakim, 2013).

Pengembangan kedelai edamame memiliki prospek pasar yang luas mengingat kebutuhan pangan kedelai Indonesia terus meningkat. Produksi kedelai di Indonesia pada tahun 2012 sebesar 843.153 t dan pada tahun 2013 sebesar 779.992 t mengalami penurunan sebesar 63.161 t (BPS, 2014). Badan Pusat Statistik (BPS) 2011, melaporkan produksi kedelai lokal hanya 851.286 t dan hanya memenuhi 29% dari total kebutuhan nasional. Indonesia harus mengimpor kedelai sebanyak 2.087.986 t untuk memenuhi kebutuhan nasional sebanyak 2,2 juta t. Impor kedelai terbesar Indonesia berasal dari Amerika Serikat dengan jumlah 1.847.900 t (Khaerunnisa *et al.*, 2015).

Salah satu cara dalam pengembangan budidaya kedelai edamame dapat dilakukan dengan cara pemanfaatan lahan sub optimal seperti lahan pasca tambang. *Tailing* dijadikan alternatif media tanam, namun perlu aplikasi bahan organik untuk perbaikan sifat-sifatnya. Terdapat faktor pembatas *tailing* pasir yaitu rendahnya C-organik dan hara makro, pH masam, keracunan unsur mikro dan dominan bertekstur pasiran. Dampak perubahan kimia *tailing* pasir pada lahan pasca tambang terjadinya penurunan N total 0,67% dan C-organik 0,64% (Hamid *et al.*,

2017). Fase pertumbuhan generatif, tanaman kedelai sangat memerlukan unsur nitrogen untuk pembentukan protein pada biji kedelai. Menurut Purwaningsih *et al.* (2012) tanaman kedelai menyerap 70-80 g nitrogen untuk menghasilkan 1 kg biji. Tersedianya nitrogen dalam tanah bisa berasal dari pupuk maupun dari hasil fiksasi nitrogen bebas oleh bakteri. Bakteri yang bisa memfiksasi nitrogen bebas ialah bakteri *Rhizobium*. Bakteri *Rhizobium* dapat bersimbiosis akar tanaman legum salah satunya jenis kedelai edamame. Produktivitas tanaman kedelai dan kesuburan tanah dapat ditingkatkan melalui inokulasi *Rhizobium*. Inokulasi *Rhizobium* mampu menyediakan jumlah rhizobia lebih banyak di rhizosfer, meningkatkan nodulasi efektif dan fiksasi nitrogen dibawah kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan. Inokulan *rhizobium* dan aplikasi fosfor dari sumber yang berbeda mampu meningkatkan jumlah nodul, berat nodul kering, berat tunas kering, bobot hasil tanaman kedelai (Lamprey *et al.*, 2014). Selain itu, aktivitas bakteri *Rhizobium* dapat ditingkatkan dengan adanya bahan organik sebagai sumber energi bagi mikroba. Bahan organik yang bisa digunakan salah satunya kompos tandan kosong kelapa sawit.

Kompos tandan kosong kelapa sawit (TKKS) selain sebagai sumber energi mikroba dapat meningkatkan kesuburan tanah. Rizki (2017) menginformasikan pemberian kompos TKKS pada tanaman kacang hijau dapat berfungsi meningkatkan kesuburan dan aktivitas organisme. Bahan organik dapat menyediakan media tumbuh yang baik bagi bakteri *Rhizobium* untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Menurut Sahputra & Silvina (2016),

pemberian kompos TKSS pada tanaman kedelai edamame dapat berfungsi memperbaiki porositas tanah. Kondisi ini sesuai untuk *Rhizobium* sp yang merupakan bakteri aerob. Pemberian kompos dapat meningkatkan populasi bakteri karena kompos adalah hasil dekomposisi bahan organik yang mengandung C dan N organik sehingga dapat digunakan oleh mikroba sebagai sumber nutrisi (Tobing *et al.*, 2014).

Hasil penelitian Santi & Mustikarini (2010) berdasarkan uji multilokasi adaptasi 10 varietas kedelai di *tailing pasir* pasca tambang timah, menunjukkan varietas tanggamus mempunyai kemampuan membentuk bintil akar efektif yang lebih baik daripada di lahan ultisol.

Pengujian lebih lanjut efektivitas pembentukan bintil akar tanaman kedelai edamame dengan pemberian kompos TKKS di lahan pasca tambang timah perlu dilakukan. Hasil Penelitian dapat menjadi salah satu solusi untuk Pemanfaatan lahan pasca tambang di Bangka Belitung. Aplikasi Kompos TKKS dapat meningkatkan efektivitas aktivitas *Rhizobium* dalam pembentukan bintil akar untuk memacu pertumbuhan edamame.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di *tailing pasir* Pasca Tambang timah Desa Dwi Makmur, Kabupaten Bangka. Penelitian dilakukan dari bulan Desember 2018 sampai Maret 2019. Analisis sifat fisik, kimia *tailing*, tanah dilakukan di *Indonesian Center for Biodiversity and Biotechnology* (ICBB) Bogor. Analisis tanah dilakukan secara komposit pada setiap perlakuan.

Bahan yang digunakan adalah benih kedelai edamame varietas Ryoko 75, kompos TKKS (analisis kompos pada Tabel

6) dan legin (populasi *Rhizobium* : $5,1 \times 10^8$ (hasil analisis). Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktor Tunggal dengan 3 ulangan. Faktor perlakuan dosis kompos TKKS yang terdiri atas : Kontrol (tanpa TKSS dan legin) ; K1 : 10 t ha^{-1} (setara $1,5 \text{ kg petak}^{-1}$); K2 : 15 t ha^{-1} (setara $2,25 \text{ kg petak}^{-1}$); K3 : 20 t ha^{-1} (setara 3 kg petak^{-1}); K4 : 25 t ha^{-1} (setara $3,75 \text{ kg petak}^{-1}$); K5 : 30 t ha^{-1} (setara $4,5 \text{ kg petak}^{-1}$; K6 : 5 g Legin tiap 1 kg benih. Total unit percobaan adalah 21 satuan petak percobaan dengan 6 tanaman sampel setiap unit percobaan.

Persiapan Lahan dan Pemberian Kompos TKKS

Pengolahan Lahan percobaan meliputi kegiatan pembersihan gulma, serasah, pengemburan tanah secara manual dan pembuatan parit-parit saluran air. Selanjutnya membuat bedengan petakan percobaan ukuran $1,5 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ sebanyak 21 petak dan setiap bedengan terdiri dari 30 tanaman. Selanjutnya dilakukan pemberian dosis pupuk kompos tandan kosong kelapa sawit pada bedengan sesuai dengan taraf perlakuan. Pemberian kompos TKSS dilakukan bersamaan dengan pengolahan lahan. Aplikasi TKKS dilakukan dengan cara disebar dan dibenamkan merata diatas permukaan tanah. Selanjutnya lahan percobaan diinkubasi selama 1 minggu sebelum penanaman.

Penanaman Benih dan Aplikasi Legin

Benih terlebih dahulu direndam menggunakan air biasa selama 10 menit untuk memecahkan dormansi dan mempercepat proses perkecambahan. Pembuatan lubang tanam dilakukan dengan cara tugal pada kedalaman lebih kurang 3 cm.

Jarak tanam yang digunakan 20 cm x 20 cm. Benih ditanam sebanyak dua biji per lubang tanam dengan cara tugal pada kedalaman lebih kurang 3 cm. Apabila benih tumbuh 2 maka dipilih 1 tanaman yang baik pertumbuhannya. Pemberian legin dilakukan dengan cara *seed inoculation* melalui biji kedelai. Legin sebanyak 5 g untuk 1 kg benih kedelai edamame. Perlakuan legin hanya dilakukan pada K6 saja. Benih kedelai di basahi dengan air biasa. Kemudian benih yang sudah dibasahi dimasukkan ke dalam wadah dan dicampurkan dengan legin sebanyak 5 g.

Variabel Respon yang Diamati

Variabel respon fase vegetatif tanaman meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, kandungan klorofil, akar terpanjang, dan volume akar. Pengamatan jumlah bintil akar, bobot bintil akar, persentase bintil akar efektif pada fase primordia munculnya bunga (fase R1) umur 30 HST. Pengamatan fase generatif kedelai edamame meliputi umur berbunga, bobot polong dan jumlah polong. Pengamatan fase generatif dilakukan umur 63-83 HST atau ketika polong edamame sudah berisi padat sekitar 85% polong terisi penuh

(Balitbantang, 2005). Data karakteristik *tailing*, TKKS, media tanam sebelum dan sesudah tanam meliputi pH, C-organik metode Walky and Black dan N-total tanah metode Kjeldahl (Sulaeman et al., 2009).

Metode Analisis Data

Analisis data menggunakan software aplikasi SAS (*Statistical Analysis Sistem*). Data hasil pengamatan pertumbuhan dan perkembangan edamame dianalisis dengan menggunakan analisis varian (Anova).

Apabila perlakuan berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda DMRT (*Duncans Multiple Range Test*) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan Fase Vegetatif Edamame

Aplikasi berbagai dosis kompos TKKS berpengaruh nyata terhadap peubah umur berbunga dan berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, kandungan klorofil, akar terpanjang, volume akar, jumlah bintil akar, bobot bintil akar, persentase bintil akar efektif, bobot polong dan jumlah polong per tanaman, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap rasio tajuk akar.

Tabel 1. Pengaruh kompos TKKS terhadap tinggi tanaman, jumlah daun dan kandungan klorofil pada umur 4 minggu setelah tanam (MST) di *tailing* pasir pasca tambang timah

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)	Kandungan Klorofil
Tanpa kompos	17,56 c	5,94 d	14,97 a
Kompos 10 t ha ⁻¹	21,22 b	6,89 c	8,38 b
Kompos 15 t ha ⁻¹	22,60 ab	7,05 bc	9,33 b
Kompos 20 t ha ⁻¹	21,46 ab	7,89 ab	10,66 b
Kompos 25 t ha ⁻¹	21,91 ab	7,22 abc	8,90 b
Kompos 30 t ha ⁻¹	23,57 a	8,00 a	9,47 b
Legin	16,14 c	5,61 d	15,96 a

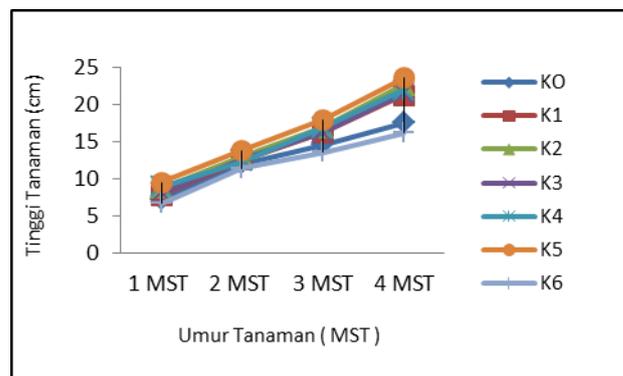
Ket : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$.

Secara umum perlakuan 30 t ha⁻¹ tidak berbeda nyata dengan 15, 20, dan 25 t ha⁻¹, namun berbeda nyata dengan perlakuan tanpa kompos TKKS dan legin. Pemberian legin yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa kompos terhadap kandungan klorofil daun, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Tabel 1).

Tinggi tanaman edamame selama 4 minggu setelah tanam menunjukkan bahwa perlakuan kompos TKKS pada perlakuan 30 t ha⁻¹ yang memiliki nilai tertinggi dengan rata-rata 23,57 cm dan terendah pada perlakuan kontrol (legin)

dengan rata-rata 16,14 cm. Tinggi tanaman minggu ketiga menuju minggu keempat meningkat pada semua perlakuan kompos TKKS (Gambar 1).

Tinggi tanaman edamame selama 4 minggu setelah tanam menunjukkan bahwa perlakuan kompos TKKS pada perlakuan 30 t ha⁻¹ yang memiliki nilai tertinggi dengan rata-rata 23,57 cm dan terendah pada perlakuan kontrol (legin) dengan rata-rata 16,14 cm. Tinggi tanaman minggu ketiga menuju minggu keempat meningkat pada semua perlakuan kompos TKKS (Gambar 1).



Keterangan : MST = minggu setelah tanam, Perlakuan K0 (tanpa kompos), K1 (10 t ha⁻¹), K2 (15 t ha⁻¹), K3 (20 t ha⁻¹), K4 (25 t ha⁻¹), K5 (30 t ha⁻¹) dan K6 (legin tanpa kompos TKKS).

Gambar 1. Tinggi kedelai edamame selama 4 minggu setelah tanam pada berbagai dosis kompos TKKS di *tailing* pasir pasca tambang timah

Jumlah daun edamame umur 4 MST pada perlakuan kompos TKKS 30 t ha⁻¹ memiliki jumlah daun terbanyak dibandingkan dengan perlakuan yang lain dengan nilai rata-rata 8,00 helai, sedangkan yang terendah pada perlakuan legin dengan rata-rata 5,61. Pertumbuhan jumlah daun mengalami peningkatan yang relatif sama pada minggu pertama dan kedua, tetapi terjadi peningkatan jumlah daun dratis pada semua perlakuan kompos TKSS dari minggu ketiga menuju minggu keempat (Gambar 2).

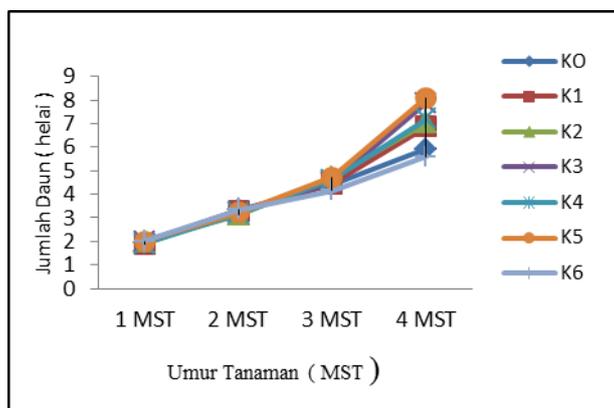
Perlakuan Kompos 30 t ha⁻¹ memiliki akar terpanjang dan volume akar terbesar.

Secara umum perlakuan 30 t ha⁻¹ tidak berbeda nyata dengan perlakuan kompos lainnya, namun berbeda nyata dengan perlakuan tanpa kompos TKKS dan legin (Tabel 2). Sedangkan perlakuan 15 t ha⁻¹ merupakan perlakuan yang memiliki jumlah bintil akar terbanyak dan bobot bintil akar terbesar. Secara umum perlakuan 15 t ha⁻¹ berbeda nyata dengan perlakuan tanpa kompos TKKS, legin dan 10, 20, dan 30 t ha⁻¹, tetapi tidak berbeda pada perlakuan TKKS dosis 25 t ha⁻¹.

Perlakuan kompos 20 t ha⁻¹ memberi pengaruh yang paling baik pada persentase

bintil akar efektif kedelai edamame dengan nilai rata-rata 4,35%. Perlakuan antar kompos 20 t ha⁻¹ tidak berbeda nyata,

namun berbeda dengan perlakuan tanpa kompos TKKS dan legin (Tabel 3).



Keterangan : MST = minggu setelah tanam, Perlakuan K0 (tanpa kompos), K1 (10 t ha⁻¹), K2 (15 t ha⁻¹), K3 (20 t ha⁻¹), K4 (25 t ha⁻¹), K5 (30 t ha⁻¹) dan K6 (legin tanpa kompos TKKS).

Gambar 2. Jumlah daun kedelai edamame selama 4 minggu setelah tanam pada berbagai dosis kompos TKKS di *tailing* pasir pasca tambang timah

Rendahnya persentase bintil akar pada perlakuan legin berhubungan dengan aktifitas *Rhizobium*. Ketersediaan hara seperti nitrogen untuk tanaman dan ketersediaan bahan organik sebagai sumber energi mikroba. Aktivitas *Rhizobium* dalam menginfeksi akar untuk

membentuk bintil akar efektif akan meningkat. Hasil penelitian Putra *et al.* (2017), melaporkan rendahnya jumlah bintil akar efektif tanaman kedelai tanpa bahan organik dan legin tanpa bahan organik.

Tabel 2. Panjang akar terpanjang, volume akar, jumlah bintil dan bobot bintil akar edamame pada berbagai dosis kompos TKKS di *tailing* pasir pasca tambang timah.

Perlakuan	Akar Terpanjang (cm)	Volume akar (cm ³)	Jumlah Bintil Akar (bintil tan ⁻¹)	Bobot Bintil Akar (g ¹)
Tanpa kompos	19,22 b	1,67 c	1,08 d	0,03 b
Kompos 10 t ha ⁻¹	28,10 a	6,42 ab	63,67 b	1,10 a
Kompos 15 t ha ⁻¹	30,59 a	6,67 ab	74,75 a	1,23 a
Kompos 20 t ha ⁻¹	26,81 a	5,92 b	52,33 c	1,03 a
Kompos 25 t ha ⁻¹	29,61 a	7,33 ab	65,75 ab	1,17 a
Kompos 30 t ha ⁻¹	30,77 a	7,83 a	50,25 c	1,00 a
Legin	19,38 b	2,00 b	0,42 d	0,07 b

Ket : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$.

Pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun kedelai edamame pada perlakuan kompos lebih tinggi dibandingkan tanpa perlakuan dan legin. Perlakuan kompos 30 t ha⁻¹ menunjukkan

pertumbuhan tinggi tanaman lebih baik pada semua perlakuan (Tabel 1). Hal ini diduga tumbuhan mendapatkan pasokan unsur hara setelah adanya perbaikan sifat tanah terutama sifat kimia tanah.

Tabel 3. Persentase bintil akar efektif edamame di lahan *tailing* pasir pasca tambang timah pada berbagai dosis kompos TKKS

Perlakuan	Persentase bintil akar efektif (%)
Tanpa kompos	22,22 b
Kompos 10 t ha ⁻¹	73,41 a
Kompos 15 t ha ⁻¹	73,04 a
Kompos 20 t ha ⁻¹	77,20 a
Kompos 25 t ha ⁻¹	71,29 a
Kompos 30 t ha ⁻¹	70,72 a
Legin	13,33 b

Ket : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$.

Berdasarkan analisis tanah dengan pemberian kompos sebelum penanaman unsur hara dalam tanah meningkat dibandingkan dengan perlakuan tanpa kompos dan legin. Menurunnya kandungan C-organik dan N-total setelah dilakukan penanaman (Tabel 6). Penurunan bisa terjadi karena adanya penyerapan unsur hara tersebut oleh tanaman kedelai. Artinya bahwa walaupun masih dalam kategori sangat rendah tetapi dapat membantu pertumbuhan tanaman. Kemungkinan ketersediaan unsur hara juga didukung adanya perbaikan sifat fisik tanah setelah pemberian kompos TKKS.

Menurut pendapat Elfianti & Siregar (2010), secara fisik kompos TKKS menggemburkan tanah, memperbaiki aerasi tanah, meningkatkan penyerapan dan daya simpan air. Sejalan dengan hasil penelitian Rizki et al. (2017), kompos TKKS ini berperan sebagai bahan pembenah tanah yang dapat meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan air dan meningkatkan aktivitas mikroorganisme di dalam tanah, dengan demikian

ketersediaan hara baik makro maupun hara mikro di dalam tanah juga akan meningkat. Fungsi fisiologis Nitrogen meningkatkan fase vegetatif tanaman seperti tinggi tanaman, ukuran daun yang lebih besar. Ketersediaan hara setelah pemberian kompos serta adanya perbaikan sifat fisik tanah dapat mendukung pertumbuhan tinggi dan jumlah daun pada tanaman kedelai edamame.

Kandungan klorofil daun pada perlakuan legin memiliki kandungan klorofil tertinggi jika dibandingkan dengan perlakuan kompos, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa kompos TKKS (Tabel 1). Meskipun daun berwarna hijau tua pada tanaman kedelai yang diberikan perlakuan legin tersebut tidak seimbang dengan pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun serta jumlah bintil yang terbentuk. Pertumbuhan tinggi batang, jumlah daun justru lebih rendah serta bintil yang terbentuk juga lebih sedikit bahkan tidak terbentuk jika dibandingkan dengan perlakuan yang menggunakan kompos TKKS. Warna hijau daun tanaman pada perlakuan legin belum mencerminkan tingginya kandungan klorofil tetapi diduga akibat defisiensi hara P. Hal ini diperkuat oleh analisis tanah di lahan penelitian tersebut menunjukkan kandungan N 0,02%, C-Organik 0,35 % (Tabel 5) dan P 0,85 % (Tabel 6) masih dalam kategori sangat rendah. Menurut pendapat Taufiq (2014) bahwa kekurangan fosfor menghambat pembentukan bintil akar, perkembangan akar, polong dan biji. Perubahan daun tua berwarna hijau gelap kemudian dengan cepat berubah warna menjadi kuning dan gugur sebelum waktunya.

Penggunaan kompos TKKS pada perlakuan 30 t ha⁻¹ memberi pengaruh

yang nyata pada perubahan panjang akar dan volume akar tanaman kedelai edamame (Tabel 2). Pertumbuhan akar yang pendek dan volume yang kecil dialami pada perlakuan tanpa menggunakan kompos. Hal ini diduga aplikasi kompos 30 t ha⁻¹ dapat memberikan media tumbuh yang baik dari pada perlakuan lain terutama pada perkembangan perakaran tanaman edamame. Pupuk organik berperan dalam memperbaiki kesuburan tanah, meningkatkan daya mengikat air tanah dan daya serapan hara tanaman sehingga memacu pertumbuhan akar.

Pemberian bahan organik seperti kompos secara fisik dapat memperbaiki tanah menyebabkan pertumbuhan akar menjadi lebih baik sehingga unsur hara mudah diserap oleh akar, secara kimia dapat meningkatkan pH tanah dan secara biologi kompos sebagai sumber karbon untuk pertumbuhan mikroba sehingga aktivitas mikroba akan meningkat dan berdampak positif terhadap proses mineralisasi unsur hara sehingga ketersediaan unsur hara bagi tanaman meningkat (Triadiati *et al.*, 2013). Hal ini juga diperkuat dengan analisis kandungan hara tanah pada perlakuan menggunakan kompos TKKS lebih tinggi dibandingkan tanpa perlakuan kompos. Perlakuan menggunakan kompos memiliki kandungan C-Organik 0,65-0,71% dan N-total 0,02-0,04% (Tabel 5), walaupun pada analisis tanah masih dalam kategori rendah tetapi dapat menyumbang unsur hara di dalam tanah. Pertumbuhan dan perkembangan akar sangat peka dengan kondisi tanah. Tekstur tanah di lahan *tailing* pasca tambang timah didominasi pasir sekitar 99% (Tabel 6).

Tanah bertekstur pasir mempunyai luas permukaan yang kecil, dan pori tanah yang

besar sehingga daya simpan air menjadi rendah sehingga media cepat kehilangan air dan unsur hara. Perkembangan sistem percabangan akar akan lebih terstimulasi pada tempat-tempat dimana air dan unsur hara tersedia. Jumlah akar berkaitan erat dengan volume akar yang dapat dipengaruhi ketersediaan unsur hara makro seperti N, P, dan K (Lakitan, 2015). Ketersediaan air menjadi faktor penting dalam pertumbuhan tanaman kedelai. Kekeringan merupakan ancaman utama bagi produksi kedelai di seluruh dunia. Akar dan nodul tanaman kedelai merupakan organ penanda penting terjadinya toleransi cekaman kekeringan. Dampak kekeringan akan mempengaruhi perkembangan pembentukan akar dan sifat nodul akar serta toleransi kedelai (Kunert *et al.*, 2016).

Pemberian kompos TKKS sebanyak 15 t ha⁻¹ dapat meningkatkan jumlah bintil akar dan bobot bintil akar tanaman kedelai edamame, sedangkan pada pemberian kompos dengan dosis yang tinggi jumlah bintil dan bobot bintil akar menurun (Tabel 2). Terjadi peningkatan kandungan N setelah penambahan kompos menurunkan jumlah bintil akar dan bobot bintil edamame. Kandungan N tinggi di dalam tanah dapat mengurangi pembentukan bintil akar dan fiksasi N₂ oleh bintil akar (Mulyadi, 2012). Hal ini juga jika dikaitkan dengan analisis kandungan hara belum dapat meningkatkan tingkat kesuburan tanah karena masih dalam kategori sangat rendah. Kemungkinan ada hara tertentu dalam kadar tertentu yang mengganggu pembentukan bintil akar atau fungsi bintil akar. Pengaruh pemberian kompos terhadap jumlah bintil akar yang terbentuk lebih banyak dari pada tanpa pemberian kompos. Peningkatan bintil akar disebabkan

karena kompos dapat menyediakan kondisi lingkungan sesuai dengan kehidupan bakteri *rhizobium sp.* Kompos dapat memperbaiki porositas tanah, sehingga kondisi ini sesuai untuk bakteri *Rhizobium sp.* yang merupakan bakteri aerob (Sahputra *et al.*, 2016). Menurut pendapat Putra & Sumarni (2017) kompos mengandung bahan organik yang digunakan sebagai energi bagi mikroorganisme sehingga bakteri *Rhizobium sp.* di dalam tanah banyak yang efektif. Hal ini diduga kompos dapat

memberi energi bagi bakteri *rhizobium sp* untuk awal pembentukan bintil akar.

Fosfor memiliki peran penting dalam metabolisme energi semua sel tanaman, khususnya dalam fiksasi nitrogen sebagai proses yang membutuhkan energi (Lampthey *et al.*, 2014), Proses awal infeksi pada pembentukan bintil akar tanaman kedelai ini membutuhkan unsur hara makro dan mikro terutama unsur P, Ca, Fe dan Mo. Ketersediaan hara makro dapat berasal dari kompos TKKS. Hasil analisis kimia kompos TKKS mengandung hara N, P, K, Ca dan Mg (Tabel 6).

Tabel 4. Umur berbunga, bobot polong dan jumlah polong, terhadap produksi tanaman kedelai edamame di *tailing* pasca tambang timah pada berbagai dosis kompos TKKS

Perlakuan	Umur Berbunga (hari)	Bobot Polong(g tan ⁻¹)	Jumlah Polong (tan ⁻¹)
Tanpa kompos	28,67b	3,54c	2,17b
Kompos 10 t ha ⁻¹	29,00ab	13,60ab	8,17a
Kompos 15 t ha ⁻¹	28,67b	9,10b	6,33a
Kompos 20 t ha ⁻¹	28,00b	16,83a	9,00a
Kompos 25 t ha ⁻¹	28,33b	11,00b	7,17a
Kompos 30 t ha ⁻¹	28,33b	10,69b	6,67a
Legin	30,00a	0,97c	1,00b

Ket : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$.

Aplikasi kompos TKKS dapat meningkatkan pH tanah masam menjadi agak masam. Meningkatnya pH tanah berkaitan langsung dengan ketersediaan unsur hara makro seperti P serta dapat mengurangi kadar unsur mikro seperti Al dan Fe. Kehidupan bakteri *Rhizobium sp* tergantung pada pH tanah. Beberapa *Rhizobium sp* dapat bertahan hidup pada pH netral hingga alkali, tetapi pada pH 5,0 beberapa strain *Rhizobium sp.* masih dapat bertahan hidup (Santi & Goenadi, 2010). Pembentukan bintil akar yang rendah dialami pada pemberian legin yang tidak berbeda nyata dengan tanpa pemberian

kompos. Hal ini diduga pada pemberian legin tidak efektif di lahan *tailing* pasir, karena tidak adanya sumber nutrisi bagi *Rhizobium sp.* untuk berkembang biak sehingga bakteri tidak dapat hidup (Tobing *et al.*, 2014). Kemungkinan juga dipengaruhi kandungan bahan organik yang rendah pada perlakuan legin serta sifat fisik tanah yang kurang baik dibandingkan dengan perlakuan pemberian kompos TKKS.

Perkembangan Fase Generatif

Perlakuan kompos pada dosis 15, 20, 25, dan 30 t ha⁻¹ dan legin tidak berbeda

nyata namun berbeda nyata dengan perlakuan tanpa kompos terhadap umur berbunga. Perlakuan kompos 20 t ha⁻¹ berpengaruh paling baik terhadap terhadap bobot polong dan jumlah polong edamame. Secara umum perlakuan kompos berpengaruh terhadap fase vegetatif dan generatif tanaman edamame dibandingkan dengan dengan perlakuan tanpa kompos TKKS dan legin. Perlakuan 20 t ha⁻¹ merupakan perlakuan yang memberi jumlah polong terbanyak yang berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (tanpa kompos TKKS) dan legin.

Umur berbunga pada tanaman kedelai edamame di lahan *tailing* lebih cepat waktu berbunga kedelai umumnya. Perlakuan legin waktu berbunganya lebih lama jika dibandingkan dengan perlakuan lain dengan perlakuan yang lain dengan

nilai rata-rata 30 hari, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan kompos 10 t ha⁻¹ (Tabel 4). Meskipun waktu berbunga pada perlakuan legin lebih lama dibandingkan dengan perlakuan yang lain masih tergolong sangat cepat waktu berbunganya. Menurut Irwan (2006) umur berbunga kedelai berkisar antara 35-42 hari setelah tanam. Hal ini diduga cepatnya berbunga kedelai edamame tersebut dipengaruhi oleh suhu tinggi. Suhu lingkungan di lahan pasca tambang timah berkisar antara 35-41°C. Suhu normal untuk kedelai edamame sekitar 24-30°C (Ramadhani, 2016). Selain suhu faktor lingkungan lain *tailing* pasir tersebut ikut mempengaruhi waktu berbunga, yaitu kelembaban rendah dan jumlah sinar matahari yang diterima daun lebih banyak, maka merangsang pembentukan bunga.

Tabel 5. Hasil analisis *tailing* pasir lahan pasca tambang sebelum dan setelah penanaman edamame

Perlakuan	Sebelum			Sesudah		
	pH	C-Organik (%)	N-Total (%)	pH	C-Organik (%)	N-Total (%)
Tanpa kompos	5,9	0,35	0,02	5,5	0,41	0,02
Kompos 10 ton/ha	5,7	0,65	0,02	5,8	0,49	0,02
Kompos 15 ton/ha	5,8	0,40	0,04	6,0	0,33	0,03
Kompos 20 ton/ha	5,9	0,56	0,04	6,0	0,38	0,02
Kompos 25 ton/ha	5,9	0,57	0,03	5,8	0,50	0,03
Kompos 30 ton/ha	6,0	0,71	0,03	5,8	0,51	0,02
Legin	-	0,35	0,02	5,5	0,33	0,02

Keterangan : Kriteria pH tanah : < 4,5 = sangat masam, 4,5 -5,5 = masam (SM); 5,6-6,5 = agak masam (M); Kriteria C-Organik : < 1 = sangat rendah (SR); 1-2 = rendah (R) (Sulaeman *et al.*, 2009).

Sumber : Dianalisis di Indonesian Center for Biodiversity and Biotechnology (ICBB), Bogor (2019)

Pembentukan polong tanaman kedelai edamame meningkat dengan pemberian kompos TKKS. Peningkatan jumlah polong dan berat polong tertinggi terjadi pada perlakuan 20 t ha⁻¹ (Tabel 4). Artinya semakin banyak jumlah polong terbentuk semakin tinggi berat polong yang dihasilkan. Hal ini disebabkan pada pembentuk polong dan biji polong mendapatkan banyak nitrogen yang dapat

diserap oleh tanaman. Tanaman kedelai membutuhkan hara nitrogen dalam jumlah yang banyak, karena nitrogen dibutuhkan dalam pembentukan asam amino dan protein pada biji polong kedelai. Biji polong kedelai dapat menyerap nitrogen sekitar 30-90% dari bagian lainnya (Permanasari *et al.*, 2014). Menurut pendapat Putra & Sumarni (2017), penambahan jumlah polong dan bobot polong dipengaruhi oleh

suplai fotosintat dalam pembentukan polong. Peningkatan suplai fotosintat terjadi karena adanya peningkatan bintil akar efektif. Persentase bintil akar efektif pada perlakuan kompos 20 t ha⁻¹ meningkat dibandingkan dengan perlakuan lain (Tabel 4). Jumlah bintil akar yang efektif erat hubungannya dengan penambat Nitrogen pada tanaman kedelai (Sahputra *et al.*, 2016). Penambatan nitrogen pada tanaman kedelai sangat diperlukan dalam jumlah yang banyak pada masa pembentukan polong dari pada pertumbuhan vegetatif tanaman. Sesuai dengan pendapat Yulianti *et al.* (2013) penambatan N terjadi setelah pembungaan sekitar 90% dan mampu memfiksasi nitrogen bebas sekitar 80% dari kebutuhan tanaman kedelai. Ketersediaan N bagi tanaman kedelai edamame tersebut diduga berasal dari pemberian kompos TKKS yang dapat menyumbang N dalam tanah maupun N yang diambil oleh bakteri *Rhizobium sp.* dari udara. Adanya bintil akar yang efektif merupakan komplemen penting untuk mencapai produksi optimal serta menghemat penggunaan pupuk nitrogen. Sejalan dengan Kunert *et al.* (2016) adanya Interaksi simbiosis antara kedelai dan rhizobia memfasilitasi fiksasi nitrogen atmosfer dan menyediakan nitrogen esensial untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Fiksasi nitrogen penting terutama pada tanah miskin nitrogen untuk pertanian berkelanjutan dan membatasi penggunaan pupuk nitrogen.

Karakteristik *Tailing* Pasir Media tanam Sebelum dan Setelah Penanaman Kedelai Edamame.

Hasil analisis *tailing lahan* pasca tambang timah sebelum penelitian

tergolong tingkat kesuburan rendah dengan kandungan N-total (0,02%) C-organik (0,35%), P-Potensial (0,85%) dan K-Potensial (1,09%) (Tabel 6), serta pH tanah 5,9 agak masam. Berdasarkan persentase tiga fraksi tanah termasuk tekstur pasir (*sandy*) meliputi pasir (99%), debu (0%), liat (1%). Terjadi peningkatan setelah dilakukan aplikasi kompos TKKS di lahan pada perubahan sifat kimia tanah, kandungan C-organik berkisar 0,40%-0,71%, N-total, pH meningkat seiring dengan peningkatan dosis (Tabel 6). Menurut Andri & Saputra, (2016) bahwa kompos TKKS mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, juga berperan sebagai penyedia unsur hara makro dan mikro yang mampu diserap oleh tanaman. Pemberian kompos tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebanyak 10, 15, 20, 25 dan 30 t ha⁻¹ mampu memberikan pengaruh terhadap semua peubah yang diamati pada tanaman kedelai edamame kecuali peubah rasio tajuk akar. Kompos TKKS dapat meningkatkan baik pada fase vegetatif maupun pada fase generatif tanaman.

Berdasarkan hasil analisis media sebelum penanaman yang diperoleh jumlah kandungan hara C-organik menunjukkan bahwa perlakuan kompos TKKS dengan dosis 30 t ha⁻¹ atau setara 4,5 kg petak⁻¹ lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu 0,71 %, Sedangkan yang terendah pada perlakuan K0 (kontrol) dan K6 (legin 5 g⁻¹ 1 kg benih) yaitu 0,35%. Kandungan hara N-total perlakuan K2 dan K3 lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain yaitu 0,04%. Peningkatan pH tanah terjadi pada perlakuan 30 t ha⁻¹ menjadi 6,0 (agak masam). Perlakuan kompos secara umum belum dapat meningkatkan kesuburan

tiling pasa tambang timah. Aplikasi kompos TKKS dapat lebih baik memperbaiki media

tanam dibandingkan dengan tanpa perlakuan kompos dan legin.

Tabel 6. Karakteristikawal *Tailing* pasir Pasca tambang timah dan kandungan kimia TKKS

Parameter	Tailing pasir lahan pasca tambang timah ¹⁾	Kompos TKKS ²⁾
1. pH	5,9 (AM)	9,4
2. C/N rasio	18 (R)	2,26
3. C-Organik	0,34 % (SR)	14,19 %
4. N Total	0,02 % (SR)	6,28 %
5. P2O5 potensial	0,86 86 µg g ⁻¹ (SR)	1,88 %
6. K2O potensial	1,09 86µg g ⁻¹ (SR)	2,51 %
7. Ca	-	5,04 %
8. Mg	-	1,61 %
7. KTK	1,23 Cmol(+) ¹ kg ⁻¹	-
8. Kadar air	0,22 %	112,36 %
9. Tekstur	Sandy (Pasir)	-
Pasir : Liat : Debu	99 % : 1 % : 0 %	-

Keterangan : AM = agak masam, SR = Sangat rendah dan R = rendah

Sumber : ¹⁾ Tailing Dianalisis di *Indonesian Center for Biodiversity and Biotechnology* (ICBB), Bogor (2019).

²⁾ Hasil analisis kompos kandungan hara TKKS (Haitami dan Wahyudi, 2019).

Efektivitas rhizobia dalam tanah ditentukan oleh banyak faktor kondisi tanah dan lingkungan tumbuh. Menurut Suharjo (2001) efektifitas *Rhizobium japonium* pH tanah, viabilitas *R. japonicum* dan daya saing bakteri *Rhizobium* dengan *Rhizobiophage*. Inokulasi tambahan perlu diberikan kepada tanah bekas tanaman kedelai jika tidak efektif lagi. Tanah bekas tanaman kedelai setelah satu musim dapat menjadi sumber inokulum. Efektivitas pembentukan bintil akar dari *R. japonicum* tanaman kedelai diamati sebelum fase generatif. Sejalan dengan pendapat Yan et al. (2014), faktor lingkungan abiotik dan biotik mempengaruhi rhizobia tanaman kedelai. Ketersediaan fosfor, kandungan karbon organik dan pH tanah akan mempengaruhi distribusi *Bradyrhizobia spp* I dan II serta *Bradrizhobium japonicum*. Selain itu tipe penggunaan lahan dan pengelolaan tanaman juga akan merubah interaksi antara rhizobia dan tanaman

legume dan non legume. Keanekaragaman rhizobia yang ada di ekosistem tertentu adalah hasil interaksi antara rhizobia, legum inangnya, dan faktor biotik dan abiotik dari ekosistem. pH tanah dan salinitas adalah faktor ekologis utama yang menentukan penyebarannya, sedangkan pengelolaan tanaman, intensitas olah tanah, pemupukan, sejarah penanaman legum, dan pola penggunaan lahan.

Tailing pasir pasca penambangan timah merupakan satu dampak nyata alih fungsi tipe penggunaan lahan sebagai media tumbuh tanaman. Berdasarkan potensi luas wilayah lahan pasca tambang timah yang belum direklamasi dan dimanfaatkan secara optimal pengujian tanaman yang adaptif dan ekonomis perlu dikembangkan. Penelitian penanaman kedelai di Lahan *tailing* pasir pasca penambangan timah diharapkan dapat memberikan informasi awal dalam pengembangan kedelai toleran cekaman kekeringan dan lahan masam.

SIMPULAN

1. Pemberian kompos TKKS mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan generatif kedelai edamame di *tailing* pasca tambang timah.
2. Dosis kompos TKKS 20 t ha⁻¹ memberikan respon yang lebih baik terhadap efektivitas bintil akar dan perkembangan fase generatif edamame di *tailing* pasir pasca tambang timah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada PT. Tambang Timah Tbk. Pangkalpinang Bangka yang telah menyediakan tempat dan akomodasi penelitian di Kampung Reklamasi PT Timah Air Jangkang, Bangka.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan penelitian dan pengembangan pertanian [Balitbangtan]. (2005). Teknis budidaya kacang edamame. <http://www.bbpp-lembang.info/index.php/teknis-budidaya-iut/895-budidaya-kacang-edamame>.
- Badan Pusat Statistik Indonesia [BPS]. (2014). Produksi kedelai menurut provinsi (ton), tahun 1993-2015. <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/871>
- Andri, S., Nelvia & Saputra, S. I. (2016). Pemberian kompos TKKS dan cocopeat pada tanah subsoil ultisol terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Di pre nursery. *Jurnal Agroteknologi*, 7(1), 1–6. <http://ejaournal.iainsuska.ac.id/index.php/agroteknologiarticle/download/2242/1453>
- Elfianti, D & Siregar E.B.M. (2010). Pemanfaatan kompos tandan kosong sawit sebagai campuran media tumbuh dan pemberian mikoriza pada bibit mindi (*Melia azedarach* L.). *Jurnal Hidrolitan*, 1(3), 11–19. <http://online-journal.unja.ac.id/index.php/hidrolitan/article/view/461/377>.
- Hakim, N.A. (2012). Perbedaan kualitas dan pertumbuhan benih edamame varietas Ryoko yang diproduksi di ketinggian tempat yang berbeda di Lampung. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 13(1), 8-12. <https://doplayer.info/34123925-perbedaan-kualitas-dan-pertumbuhan-benih-edamame-varietas-ryoko-yang-diproduksi-di-ketinggian-tempat-yang-berbeda-di-lampung.html>
- Haitami, A dan Wahyudi. (2019). Pengaruh berbagai dosis pupuk kompos tandan kosong kelapa sawit plus (kotakplus) dalam memperbaiki sifat kimia tanah ultisol. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 16(1), 56-63
- Hamid I, Priatna, S. J., & Hermawan, A (2017). Karakteristik beberapa sifat fisika dan kimia tanah pada lahan bekas tambang timah. *Jurnal Penelitian Sains*, 19, 23–31.
- Irwan, A.W (2006). Budidaya tanaman kedelai. [Skripsi]. Bandung : Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran.
- Khaerunnisa, A., Rahayu, A & Adimiharja, S.A. (2015). Perbandingan pertumbuhan dan produksi kedelai edamame (*Glycine max* (L.) Merr.) pada berbagai dosis pupuk organik dan pupuk buatan. *Jurnal Agronida*, 1 (1), 11-20. <https://unida.ac.id/ojs/article/viewFile/122/122>

- Kunert, K. J., Vorster, B. J., Fenta, B. A., Kibido, T., Dionisio, G & Foyer, C.H. (2016). Drought stress responses in soybean roots and nodules. *Journal Frontiers in Plant Science*, 7,1–7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01015>
- Lakitan, B. (2015). *Dasar-dasar fisiologi tumbuhan*. Jakarta : Rajagrafindo Persada.
- Lampzey, S., Ahiabor, B. D. K., Yeboah, S & Asamoah, C. (2014). Response of soybean (*Glycine max*) to rhizobial inoculation and phosphorus application. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Science*, 2(), 72-76. <http://www.jebas.org>.
- Mulyadi, M. (2012). Pengaruh pemberian legin, pupuk NPK (15:15:15) dan urea pada tanah gambut terhadap kandungan N, P total pucuk dan bintil akar kedelai (*Glycine max* (L) Merrill.). *Jurnal Kaunia*, 8(1), 21–29. <https://C:/Users/Public/Documents/JURNAL%20SKRIPSI%20kedelai/MULYADI.pdf>
- Munawar, A. (2011). *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Bogor : PT Penerbit IPB Press..
- Permanasari, I., Irfan M., & Abizar. (2014). Pertumbuhan dan hasil kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dengan pemberian Rhizobium dan pupuk urea pada media gambut. *Jurnal Agroteknologi*, 5(1), 29–34. <http://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/agroteknologi/article/download/1145/1043>.
- Purwaningsih O; D, Indradewa; S, Kabirun; D, S., & Shidiq, D. (2012). Tanggapan tanaman kedelai terhadap inokulasi rhizobium. *Jurnal Agrotrop*, 2(1), 25–32. <http://C:/User/Public/Documents/JURNAL&20SKRIPSI%20SAYA/kedelai/PURWANINGSIH%202012.pdf>.
- Putra, H. P., Sumarni, T., & Islami, T. (2017). Pengaruh macam bahan organik dan inokulum rhizobium terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(2), 326–335. <http://media.neliti.com/media/publications/190420-ID-none.pdf>.
- Ramadhani, F. silvana & Armaini. (2016). Pemberian pupuk kandang dan volume air terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai edamame (*Glycine max* (L.)Merril). *JOM Faperta*, 3(1), 1–13. <http://docplayer.info/6070714pemberian-pupuk-kandang-dan-volume-air-terhadap-pertumbuhan-dan-hasil-kedelai-edamame-gycine-max-l-merril.html>.
- Rizki R, Amri. A. I. & Yulia. A.E (2017). Pengaruh pemberian campuran kompos tandan kosong kelapa sawit dengan abu boiler dan pupuk fosfor terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau (*Phaseolus Radiatus* L.). *Jurnal Jom Faperta*, 4(1), 1–12 <http://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFAPERTA/ARTICLE/IEW/16796..>
- Sahputra, N., Yulia, A.E., & Silvina, F. (2016). Pemberian kompos tandan kosong kelapa sawit dan jarak tanam pada kedelai edamame (*Glycine max* (L.) merril). *Jom Faperta*, 3(1), 1–12. <http://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFAPERTA/articleview/9462/9127..>
- Santi, R & Mustikarini, E. D. (2010). Kemampuan adaptasi dan Produksi varietas kedelai di lahan pasca tambang timah dan podsolik merah kuning Bangka. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian, “*Bidang kajian penelitian terintergrasi untuk mencapai Milinium Development Goals (MDGS)*”, Palembang 20-21 Oktober 2010.
- Santi & Goenadi, S. R. &. (2010).

- Pemanfaatan bio-char sebagai pembawa mikroba untuk pematapan agregat tanah Ultisol dari Taman Bogo-Lampung. *Jurnal Menara Perkebunan*, 78(2), 52–60. <http://mp.iribb.org/index.php/mpjurnal/article/download/64/50>.
- Suharjo, U.K (2001). Efektivitas nodulasi *Rhizobium japonicum* pada kedelai yang tumbuh di tanah sisa inokulasi dan tanah dengan inokulasi tambahan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 3(1), 31–36.
- Sulaeman, Eviati, H. Sastramihardja, S. E. A. & M. F. (2009). *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Jakarta Selatan : Balai penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Taufiq, A. (2014). *Identifikasi masalah keharaan tanaman kedelai*. Malang : DIPA Balikabi.
- Tobing S, N.S. Mubarik,T. & Triadi. (2014). Aplikasi *Bradyrhizobium japonicum* dan *Aeromonas salmonicida* pada penanaman kedelai di tanah asam dalam percobaan rumah kaca. *Jurnal Biotik*, 2(1), 10–16. <https://pdf.semanticscholar.org/2162/54d3034e981ecef07cc17f2bbbef1723b7b.pdf>.
- Triadiati, Mubarik, N. R., dan Ramasita, Y. (2013). Respon pertumbuhan tanaman kedelai terhadap *Bradyrhizobium japonicum* toleran masam dan pemberian pupuk di tanah masam. *Jurnal Agron Indonesia*, 41(1),24–31.<https://media.neliti.com/media/publications/7839-ID-respon-pertumbuhan-tanaman-kedelai-terhadap-bradyrhiobium-japonium-toleran-mas.pdf>.
- Widati, F., & Iteu, M.H. (2012). Kedelai sayuran (*Edamame max* (L) Merrill) sebagai tanaman pekarangan. *Jurnal Iptek Hortikultura*, 517, 25-28. http://hortikultura.litbang.pertanian.go.id/IPTEK/5-kedelai_widati2012.pdf.
- Yan, J., Han, X. Z., Ji, Z.J., Li, Y., Wang, E.T., Xie,Z.H& Chen, F. (2014). Abundance and diversity of soybean-nodulating rhizobia in black soil are impacted by land use and crop management. *Journal Applied and Environmental Microbiology*, 80(17), 5394–5402. <https://doi.org/10.1128/AEM.01135>
- Yulianti N, Rahayu A, & Setyono. (2013). Pertumbuhan dan produksi kedelai Edamame (*Glycine max* (L.) Merrill) pada berbagai dosis zeolit dan jenis pupuk nitrogen.*Jurnal Pertanian*, 4(2), 82–90.<https://ojs.unida.ac.id/jp/artiledoload/544/pdf>.