



PEMANFAATAN LIMBAH FABA SEBAGAI MEDIA PERTUMBUHAN TANAMAN SAWI

Nurwiyoto^{1*}, Fiana Podesta², Irwandi³

^{1,3} Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Muhammadiyah Bengkulu

² Program Studi Agroteknologi, Fakultas Peternakan Universitas Muhammadiyah Bengkulu

* Corresponden Author : nurwiyoto@umb.ac.id

ABSTRAK

Tujuan dari Penelitian yaitu untuk mengetahui pemanfaatan limbah *fly ash bottom ash* (FABA) sebagai media tanam tanaman sawi (*Brassica Juncea L.*) dengan pupuk kandang sapi. Penelitian ini dilaksanakan di rumah kawat Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Bengkulu. Metode penelitian yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan satu faktor yaitu faktor A1 = 4:0 (Faba 100 %), A2 = 3:1 (Faba 75 % + pupuk kandang 25%), A3 = 2:2 (Faba 50 % + pupuk kandang 50 %), A4 = 1:3 (Faba 25 % + pupuk kandang 75 %), A5 = 0:4 (pupuk kandang 100 %). Berdasarkan taraf yang dicobakan dari satu faktor tersebut, maka diperoleh 20 kombinasi perlakuan. Setiap perlakuan percobaan terdapat 5 tanaman sawi sehingga jumlahnya 100 tanaman sawi yang diamati. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2023 sampai April 2023. Hasil Penelitian ini menunjukkan bahwa ada interaksi antara perlakuan media tanam campuran Faba dengan pupuk kandang sapi pada parameter tinggi tanaman, lebar daun, panjang daun, jumlah daun, dan berat kering tanaman sawi. Hasil terbaik pada interaksi perlakuan A1, A2, A3, A4, dan A5 adalah pada pertumbuhan tanaman sawi pada perlakuan A3 (Faba 50 % + pupuk kandang 50 %), dan A4 (Faba 25 % + pupuk kandang 75 %). Sedangkan perlakuan terburuk pada perlakuan A2 (Faba 75 % + pupuk kandang 25%) dan A1 (Faba 100 %), karena pertumbuhan tanaman sawi kurang baik. Saran tindak lanjutnya adalah penggunaan media tanam Faba harus diimbangi dengan tambahan pupuk organik agar pertumbuhan tanaman menjadi optimal.

Kata Kunci : Limbah FABA, Pupuk Kandang Sapi, Pertumbuhan Tanaman Sawi, Media Tanam

PENDAHULUAN

Saat ini, kebutuhan energi di Indonesia diperkirakan sebesar 1.050,3 juta barel setara minyak dan 50% nya masih berasal dari bahan bakar impor (Permana dkk., 2010). Dengan adanya rencana pembangunan beberapa Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) baru dengan kapasitas total 35.000 MW atau 35 GW, baik di dalam maupun luar Jawa, maka permasalahan lingkungan yang dianggap cukup penting dari kegiatan industri penghasil energi berbahan bakar batubara tersebut adalah masalah abu batubara. Limbah padat yang dihasilkan tersebut diperkirakan

akan bertambah secara signifikan dan semakin bertumpuk bila tidak dapat dimanfaatkan secara masif.

Abu batubara dari proses pembangkit listrik dibedakan dalam beberapa macam yakni abu terbang (*fly ash*), abu dasar (*bottom ash*) dan *boiler slag*. Pemanfaatan abu batubara untuk berbagai keperluan sangat tergantung dari sifat-sifat abunya, yang ditentukan dari kandungan kimia di dalamnya (Suprpto dan Damayanti, 1988). Sifat abu batubara sangat ditentukan dari karakteristik batubaranya. Pada pembakaran batubara lignit dan batubara subbituminous akan dihasilkan produk samping abu yang berbeda karakteristiknya. Oleh karena abu batubara diklasifikasikan sebagai limbah bahan berbahaya dan bersacun (B3) kategori 2 yang berasal dari sumber khusus (Presiden Republik Indonesia, 2014),

Di Indonesia abu batubara dikategorikan sebagai limbah berbahaya, salah satu penyebabnya karena adanya unsur-unsur logam berbahaya seperti Mn, Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, Co, Hg, Se, V dan As. Puslitbang tekMIRA sebagai salah satu instansi riset di bawah Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral (KESDM) juga telah melakukan penelitian abu batubara terutama dikaitkan dengan permasalahan pertambangan. Pengujian terkait prediksi terjadinya pelindian logam-logam berat yang dikandungnya harus diantisipasi. Penelitian-penelitian tersebut telah dikembangkan di Puslitbang tekMIRA sejak tahun 1988, terutama untuk memenuhi spesifikasi pada berbagai macam pemanfaatan di dunia pertambangan.

Target produksi batubara Indonesia berdasarkan Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJMN Tahun 2015 – 2019.) menunjukkan kecenderungan penurunan produksi. Kebutuhan domestik dalam RPJMN tersebut diharapkan mengalami peningkatan seiring dengan rencana realisasi pembangunan PLTU dan ekspor mulai dikurangi. Hal ini berarti menargetkan peningkatan konsumsi batubara domestik hingga 60% dari produksi nasional atau mencapai 240 juta ton pada 2019 (BAPPENAS, 2016). Pemanfaatan dalam negeri yang utama adalah sebagai bahan bakar di PLTU, yang berada pada kisaran 45,20 –75,4 juta ton pada 2011 - 2016. Berdasarkan laporan kinerja Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara (2018), diketahui bahwa realisasi produksi batubara pada 2015 – 2017 sesudah pelaksanaan rekonsiliasi dengan Pemerintah Daerah mengalami peningkatan dari target awal pada 2015 dan 2016.

FABA merupakan material yang keluar dari tungku pembakaran batubara berupa abu terbang yang sangat halus (*fly ash*). Sedangkan material kedua yaitu abu dasar (*bottom ash*) merupakan material yang berada di dasar tungku berupa debu kasar. Pemanfaatan FABA (*fly ash bottom ash*) di Indonesia khususnya di provinsi Bengkulu belum banyak dilakukan dalam bidang pertanian, walaupun ketersediaannya saat ini sangat melimpah. Diketahui FABA memiliki pH yang tinggi yaitu 8. Pemakaian batubara di PLTU di Bengkulu perhari mencapai 1-2

ton dan mengalami peningkatan rata-rata sebesar 50-60 ton per bulan. Komposisi kimia FABA dapat ditunjukkan yaitu SiO₂ (Silika) 52.00%, Al₂O₃ 31.86%, Fe₂O₃ 4.89%, CaO 2.68%, MgO 4.66%. (Arief dan Lutfiah, 2022).

Aktivitas pembakaran batubara ini menghasilkan sekitar 5% FABA yang terdiri dari 10-20% abu dasar dan 80-90% abu terbang. Kebutuhan batubara pada tahun 2020 sebesar 66,683,391 ton, sehingga limbah hasil pembakaran batubara yang dihasilkan sebesar 3,334,169 ton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa FABA dapat menurunkan tingkat kemasaman tanah, dan mengandung unsur hara makro (K, Na, Ca, Mg) dan hara mikro (Fe, Cu, Zn, Mn) yang mampu mendukung pertumbuhan tanaman (Hadijah dan Damayanti, 2006; Kurniawan *et al.*, 2014; Damayanti, 2018 ; Nurul *et al.*, 2022). FABA ini belum banyak dimanfaatkan dibidang pertanian padahal pH nya tinggi.

Di Indonesia produksi limbah abu terbang dan abu dasar dari PLTU diperkirakan mencapai 2 juta ton pada tahun 2006, dan meningkat menjadi hampir 3,3 juta ton pada tahun 2009. Khusus untuk PLTU Suralaya, sejak tahun 2000 hingga 2006 diperkirakan ada akumulasi jumlah abu sebanyak 219.000 ton per tahun (PLN, 1997). Produksi abu terbang dari pembangkit listrik di Indonesia ini terus meningkat, pada 2000 jumlahnya mencapai 1,66 miliar ton dan mencapai 2 miliar ton pada 2006. Menurut Thahir (2017), PLTU Suralaya sebagai salah satu anak perusahaan dari PLN dan *Independent Power Producer* (IPP), menghasilkan limbah batubara sebesar 2,7 juta ton/tahun dan bisa terus bertambah hingga 11,2 juta ton/tahun pada 2027.

Menurut Lokeshappa dan Dikshit (2012), terkait transformasi logam (arsenik, dan kromium) yang berasal dari tiga macam model kolam penampungan abu yang mengandung FABA dari tiga PLTU yang berbeda menunjukkan bahwa seiring peningkatan usia kolam abu, maka konsentrasi semua logam dalam FABA menurun. Namun demikian, konsentrasi logam dalam kolom air bebas menjadi lebih dari 150 µg/L (ppb). Logam-logam berat yang diperkirakan ada dalam FABA asal AS ini adalah As, Se, Cr, Zn, Pb, Li dan Ba. Polutan yang terkait dengan FA, termasuk beberapa elemen seperti Al, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, dan V, keberadaannya yang berlebihan di lingkungan dapat bersifat racun. Pada dasarnya komposisi abu batubara Indonesia juga didominasi oleh oksida-oksida seperti SiO₂, Al₂O₃, CaO, SO₃, dan Fe₂O₃. Abu batubara juga mengandung logam-logam berat seperti Mn, Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, Co, Hg, Se, V dan As.

Pemanfaatan abu limbah pembakaran batubara dari PLTU ini diharapkan mampu mengurangi penumpukan abu batubara secara signifikan melalui pemanfaatannya sebagai bahan edia tanaan sayuran. Aktivitas pembakaran batubara ini menghasilkan sekitar 5% FABA yang terdiri dari 10-20% abu dasar dan 80-90% abu terbang. Kebutuhan batubara pada tahun 2020 sebesar 66,683,391 ton, sehingga limbah hasil pembakaran batubara yang dihasilkan

sebesar 3,334,169 ton) hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa FABA dapat menurunkan tingkat keasaman tanah, dan mengandung unsur hara makro (K, Na, Ca, Mg) dan hara mikro (Fe, Cu, Zn, Mn) yang mampu mendukung pertumbuhan tanaman (Hadijah dan Damayanti, 2006; Kurniawan *et al.*, 2014; Damayanti, 2018 ; Nurul *et al.*, 2022). FABA ini belum banyak dimanfaatkan dibidang pertanian padahal pH nya tinggi yang sangat baik untuk meningkatkan media tanam yang pH nya rendah.

Tanaman sawi masuk dalam kelompok tanaman sayuran yang disukai oleh masyarakat Indonesia. Tanaman sawi lebih identik dikenal dengan sebutan sawi caisim. Bagian khas tanaman sawi yang dikonsumsi oleh masyarakat pada umumnya adalah daun dan batangnya yang dijadikan sebagai bahan aneka masakan sehat akan vitamin dan mineral (Fauziah, Kameswari, Asih, 2022). Tanaman sawi (*Brassica rapa var.*) dapat ditanam setiap tahun, karena tergolong dalam tanaman yang toleran terhadap suhu tinggi dan akan lebih baik lagi jika di tanam dalam keadaan tanah yang gembur, kaya dengan bahan organik, dan drainase yang baik dengan drajat keasaman (pH) 6-7. Sayuran sawi banyak disukai karena rasanya yang enak dan banyak mengandung: protein, lemak, karbohidrat, Ca, P, Fe, Vitamin A, Vitamin B, dan Vitamin C. Selain itu tanaman tersebut juga dapat menghilangkan rasa gatal di tenggorokan pada penderita batuk, sebagai obat sakit kepala dan dapat berfungsi sebagai pembersih darah. Menurut (BPS Provinsi Bengkulu) produksi tanaman sawi pada 2020 1.011 (kw), 2021 1.012 (kw), 1.194 (kw) hal ini menunjukkan bahwa produksi tanaman sawi meningkat dari tahun ke tahun. Akan tetapi, kenaikan jumlah produksi belum terlalu signifikan peningkatannya. Tanaman sawi agar dapat tumbuh dan berkembang dengan optimal harus sejalan dengan pemenuhan unsur hara makro dan mikro sesuai kebutuhan tanaman sawi. Pemenuhan unsur hara pada tanaman sawi dilakukan dengan pemupukan pada tanaman. Seiring dengan kebiasaan petani yang masih dominan menggunakan pupuk anorganik, saat ini pupuk organik dijadikan alternatif lain untuk mengalihkan penggunaan pupuk anorganik yang digunakan secara berkala. Salah satu pupuk organik yang bisa di manfaatkan adalah kotoran sapi (Fauziah, Kameswari, Asih, 2022).

Menurut (Parluhutan dan Santoso, 2020) bahwa terdapat interaksi antara pupuk kandang sapi dan varietas sawi hijau pada parameter tinggi tanaman bobot total, ekonomis, dan kering. Pemberian dosis pupuk kandang 20 t ha⁻¹ berpengaruh nyata dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil beberapa varietas sawi hijau dan varietas Shinta merupakan varietas terbaik dan berpengaruh nyata pada pertumbuhan dan hasil tanaman sawi hijau.

Kotoran sapi merupakan salah satu bahan potensial untuk membuat pupuk organik. Di antara jenis pupuk kandang, kotoran sapilah yang mempunyai kadar serat yang tinggi seperti selulosa, hal ini terbukti dari hasil pengukuran parameter C/N rasio yang cukup tinggi >40. Disamping itu pupuk ini juga mengandung

unsur hara makro seperti 0,5 N, 0,25 P2O5, 0,5 % K2O dengan kadar air 0,5%, dan juga mengandung unsur mikro esensial lainnya. Pupuk kandang sapi pada dosis 100 g pada tanaman sawi memberikan tinggi maksimum yaitu 32,00 cm, jumlah daun maksimum 17 helai, luas daun maksimum 117,62 cm, berat segar maksimum 62.77 g, dan berat kering oven maksimum 4,49 g (Gole, Sukerta, Udiyana, 2019). Untuk mencukupi unsur hara mikro tanaman sawi maka menggunakan media tanam Faba.

Pemanfaatan FABA di Indonesia khususnya di provinsi Bengkulu belum banyak dilakukan dalam bidang pertanian, walaupun ketersediaannya melimpah. Diketahui FABA memiliki pH yang tinggi yaitu 8. Pemakaian batubara di PLTU di Bengkulu perhari mencapai 1-2 ton dan mengalami peningkatan rata-rata sebesar 50-60 ton per bulan. Komposisi kimia FABA dapat ditunjukkan yaitu SiO₂ (Silika) 52.00%, Al₂O₃ 31.86%, Fe₂O₂ 4.89%, CaO 2.68%, MgO 4.66%. (Arief dan Lutfiah, 2022). Berdasarkan latar belakang diatas aa dilakukan penelitian dengan yang judul “Pemanfaatan limbah FABA sebagai media Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L.).

METODE PENELITIAN

1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Maret 2023–April 2023 berlokasi di (Rumah Kawat Agroteknologi) Universitas Muhammadiyah Bengkulu Jl. Bali, Kampung Bali, Kecamatan Teluk Segara, Kota Bengkulu, Provinsi Bengkulu. Dengan ketinggian tempat \pm 15 m dpl.

2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui interaksi antara perlakuan media tanam Faba dan kotoran kandang terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (*Brassica Juncea* L.).

3. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu cangkul, timbangan, kalkulator, meteran, penggaris, *handsprayer*, karung, sekop, label, selang, kamera, kertas, dan alat tulis. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu media tanam Faba, pupuk kandang sapi, sekam, dan *polybag* ukuran 15 cm x 20 cm atau kapasitas 1 kg.

4. Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan satu faktor, yaitu:

Faktor 1: Penggunaan pupuk kandang sapi yaitu:

A1 = 4:0 (Faba 100 %)

A2 = 3:1 (Faba 75 % + Pupuk Kandang 25 %)

A3 = 2:2 (Faba 50 % + Pupuk Kandang 50 %)

A4 = 1:3 (Faba 25 % + Pupuk Kandang 75 %)

A5 = 0:4 (Pupuk Kandang 100 %)

Berdasarkan taraf yang dicobakan dari satu faktor tersebut, maka diperoleh 20 kombinasi perlakuan percobaan. Setiap faktor percobaan terdapat 5 tanaman sawi sehingga seluruhnya terdapat 100 tanaman sawi.

5. Pelaksanaan Penelitian

5.1. Persiapan lahan di Ruah awat

Lahan penelitian di rumah kawat yang digunakan untuk penelitian ini dibersihkan terlebih dahulu dari tanaman pengganggu gulma, sampah, kayu, dan yang lainnya sehingga tidak mengganggu pertumbuhan tanaman sawi pada waktu penelitian dilaksanakan.

5.2. Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan adalah pupuk kandang sapi dan sekam dengan perbandingan perlakuan A1, A2, A3, A4, dan A5 sesuai dengan rancangan penelitian. Media tanam yang sudah dicampur dimasukkan ke dalam media polybag 15 cm x 25 cm atau kapasitas 1 kg. Sedangkan bahan limbah FABA berasal dari PT. Tenaga Listrik Bengkulu (TLB) di Pulau Baai kota Bengkulu.



Gambar 1. FABA di lokasi PLTU PT. TLB Kota Bengkulu



Gambar 2. Kegiatan Mencampur FABA dengan Pupuk Organik Sapi



Gambar 3. Kegiatan Memasukan Media Tanam ke Dalam Polybag



Gambar 4. Media Tanam Sudah Siap di Laboratorium UM Bengkulu

5.3. Persiapan Bibit dan Benih

Untuk benih sawi ditumbuhkan di media tumbuh terlebih dahulu, kemudian bibit tanaman sawi dipindah tanamkan di media percobaan di rumah mawat Universitas Muhammadiyah Bengkulu. Tanaman baru seluruhnya diberi naungan dan disiram terlebih dahulu.

5.4. Pemasangan Label

Pemasangan label dibuat setiap plot, pemberian label bertujuan untuk mempermudah pengamatan pertumbuhan tanaan dan perlakuan pada masing-masing tanaman sawi.

5.5. Penanaman tanaan

Selanjutnya bibit sawi ditanam ke dalam polybag yang telah berisi media tanam dengan posisi tegak dengan kedalaman 5 cm dari permukaan media tanam. Kemudian setelah penanaman, polybag disusun dengan jarak tanam dan urutan perlakuan.

5.6. Pemeliharaan tanaman

Pemeliharaan dan perawatan dilakukan terjadwal, yakni dengan penyiraman air untuk menjaga kelembaban media tanam dan membuang gulma yang tumbuh pada media tanam Penyiraman air dilakukan pada sore hari atau sesuai keadaan lapangan.

6. Parameter Yang Diamati

6.1. Tinggi Tanaman

Pengukuran tinggi tanaman daa centieter dimulai dari pangkal batang sampai ujung daun tertinggi. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan pada tanaman yang tertinggi dan diamati pada hari ke 14 , 28, dan 42 hari setelah tanam (HST).

6.2. Lebar Daun

Pengukuran lebar daun daa centieter dimulai dari sisi kanan dan sisi kiri daun. Pengukuran lebar daun dilakukan pada tanaman sawi yang memiliki daun paling lebar dan diamati pada hari ke 14 , 28, dan 42 HST.

6.3. Panjang Daun

Pengukuran panjang daun daa centieter (cm) dimulai dari pangkal daun sampai ujung daun. Pengukuran panjang daun dilakukan pada tanaman yang daunnya paling panjang dan diamati 14 , 28, dan 42 HST.

6.4. Jumlah Daun

Pengukuran Jumlah daun (helai) dimulai pada daun telah mekar dan diamati pada hari ke 14 , 28, dan 42 HST.

6.5. Berat Kering

Pengukuran berat kering tanaman daa gram diauan pada tanaman yang telah kering. Pengeringan tanaman ini dilakukan dengan cara dijemur dan ditimbang menggunakan timbangan digital.



Gambar 5. Pengukuran Pertumbuhan Tanaman Oleh Mahasiswa



Gambar 6. Pengukuran Pertumbuhan Tanaman Oleh Mahasiswa

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil uji ANOVA bahwa media FABA berpengaruh sangat nyata pada tinggi tanaman sawi di umur 28 dan 42 hari setelah tanam (hst), pada lebar daun umur 28 hst, pada panjang daun umur 28 dan 42 hst, serta jumlah daun umur 42 hst. Berpengaruh nyata pada jumlah daun pada umur 28 hst dan berpengaruh tidak nyata pada parameter lainnya. Berdasarkan hasil analisis ragam semua pengamatan pada tanaman sawi dapat dilihat di tabel 1 bawah ini.

Tabel 1. Hasil Analisis Semua Parameter Terhadap edia Tanam FABA

Parameter	Media FABA	KK
Tinggi tanaman 14 hst	2.89 tn	11.77
Tinggi tanaman 28 hst	13.00 **	15.87
Tinggi tanaman 42 hst	20.81 **	23.65
Luas daun 14 hst	1.03 tn	19.98
Luas daun 28 hst	14.38 **	19.99
Luas daun 42 hst	3.04 tn	43.01
Panjang daun 14 hst	2.03 tn	52.02
Panjang daun 28 hst	9.05 **	20.86
Panjang daun 42 hst	51.50 **	29.62
Jumlah daun 14 hst	0.20 tn	20.04
Jumlah daun 28 hst	4.51 *	15.70
Jumlah daun 42 hst	16.67 **	23.73
Berat kering (g)	15.73 **	26.78

Keterangan : tn : Berpengaruh Tidak Nyata
 * : Berpengaruh Nyata
 ** : Berpengaruh Sangat Nyata
 KK : Koefisien Keragaman

1.1. Tinggi Tanaman (cm)

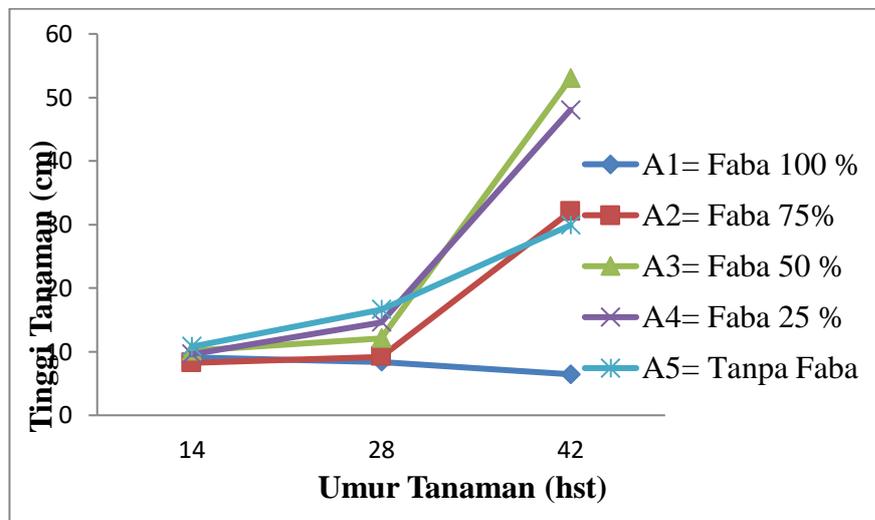
Berdasarkan hasil analisis keragaman bahwa perlakuan terbaik tinggi tanaman sawi pada penguuran di uur 14, 28, 42 hst yaitu pada perlakuan A3 (Faba 50 % dan pupu andang 50%). Sedangkan tinggi tanaman sawi terendah pada penguuran di uur 14, 28, 42 hst yaitu pada perlakuan A1 (Faba 100 %). Berdasarkan hasil analisis ragam terhadap tinggi tanaman berpengaruh nyata pada umur 28 dan 42 hst dan tidak berpengaruh nyata pada umur 14 hst terhadap media FABA pada tanaman sawi.

Tabel 2. Hasil analisis uji lanjut DMRT pada media tanam terhadap tinggi tanaman umur 28 dan 42 hst tanaman sawi

Perlakuan	Rata-rata tinggi tanaman (hst)	
	28	42
AI = 4 : 0 (FABA 100 %)	8.42 d	6.45 c
A2 = 3 : 1 (FABA 75 % + Pupuk kandang 25 %)	9.20 cd	32.05 b
A3 = 2 : 2 (FABA 50 % + Pupuk Kandang 50 %)	12.13 bc	53.00 a
A4 = 1 : 3 (FABA 25 % + Pupuk kandang 75 %)	14.65 ab	48.05 a
A5 = 0 : 4 (Pupuk kandang 100 %)	16.62 a	29.91 b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada taraf 5 %.

Perlakuan A5 dan A4 berbeda tidak nyata, antara A4 dan A3 tidak berbeda nyata, antara A3 dan A2 berbeda tidak nyata, A2 dan A1 berbeda tidak nyata, sedangkan pada A1 berbeda nyata dengan A5, antara A3 dan A4 pada umur 28 hst. Pada perlakuan A3 dan A4 tidak berbeda nyata dan A5 tidak berbeda nyata dengan A2 sedangkan A1 berbeda nyata dengan A2. Rata-rata hasil tinggi tanaman pada umur 14, 28, dan 42 hst perlakuan media FABA dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Diagram garis hubungan tinggi tanaman dan media FABA pada tanaman sawi.

1.2. Lebar Daun

Berdasarkan hasil analisis keragaman bahwa perlakuan terbaik pada parameter lebar daun sawi di umur 14, 28, 42 hst yaitu pada perlakuan A4 (Faba 25 % dan pupu andang 75%). Sedangkan pada parameter lebar daun teraci di umur 14, 28, 42 hst yaitu pada perlakuan A1 (Faba 100 %).

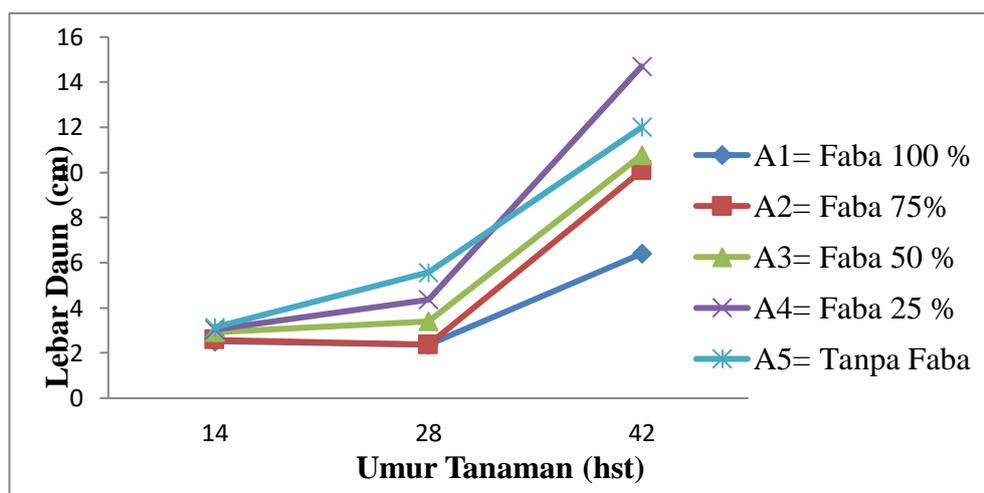
Berdasarkan hasil analisis ragam lebar daun berpengaruh sangat nyata pada umur 28 hst dan tidak berpengaruh nyata pada umur 14, 42 hst terhadap media FABA pada tanaman sawi.

Tabel 3. Hasil analisis uji lanjut DMRT pada media tanam terhadap lebar daun 28 hst tanaman sawi.

Perlakuan	Rata-rata Luas Daun 28 hst
A5 = 0 : 4 (Pupuk kandang 100 %)	5.57 a
A4 = 1 : 3 (FABA 25 % + Pupuk kandang 75 %)	4.37 b
A3 = 2 : 2 (FABA 50 % + Pupuk Kandang 50 %)	3.40 bc
A1 = 4 : 0 (FABA 100 %)	2.37 c
A2 = 3 : 1 (FABA 75 % + Pupuk kandang 25 %)	2.37 c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada taraf 5 %.

Perlakuan A5 berbeda nyata dengan perlakuan A4 , A3 , A2, dan A1. Perlakuan A4 dan A3 tidak berbeda nyata dan perlakuan A1 dan A2 tidak berbeda nyata.



Gambar 2. Diagram garis hubungan lebar daun tanaman dan media FABA pada tanaman sawi.

1.3. Panjang Daun

Berdasarkan hasil analisis keragaman bahwa perlakuan terbaik pada parameter panjang daun sawi di umur 14, 28, 42, 56 hst, yaitu pada perlakuan A4 (Faba 25 % dan pupuk kandang 75%) dan A5 (100% pupuk kandang tanpa Faba). Sedangkan parameter panjang daun terendah pada tanaman sawi di umur 14, 28, 42, 56 hst, yaitu pada perlakuan A1 (Faba 100 %)).

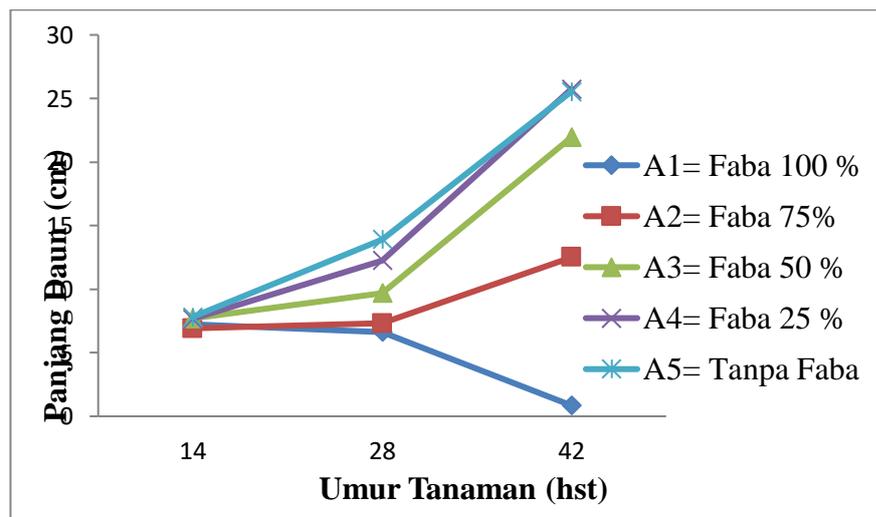
Berdasarkan hasil analisis ragam parameter panjang daun berpengaruh sangat nyata pada umur 28 dan 42 hst dan tidak berpengaruh nyata pada umur 14 hst terhadap media FABA pada tanaman sawi.

Tabel 4. Hasil analisis uji lanjut DMRT pada media tanam terhadap panjang daun 28 dan 42 hst tanaman sawi.

Perlakuan	Rata-rata Panjang Daun (hst)	
	28	42
A1 = 4 : 0 (FABA 100 %)	6.62 c	0.85 c
A2 = 3 : 1 (FABA 75 % + Pupuk kandang 25 %)	7.32 c	12.50 b
A3 = 2 : 2 (FABA 50 % + Pupuk Kandang 50 %)	9.70 bc	21.95 a
A4 = 1 : 3 (FABA 25 % + Pupuk kandang 75 %)	12.27 ab	25.75 a
A5 = 0 : 4 (Pupuk kandang 100 %)	13.92 a	25.55 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada taraf 5 %.

Perlakuan A1 dan A3 tidak berbeda nyata, A3, A4 berbeda tidak nyata, dan A5 berbeda nyata dengan A1 A2 , A3, A4, dan A5 pada umur 28 hst. Perlakuan A3, A4, dan A5 tidak berbeda nyata, sedangkan pada A1 dan A2 tidak berbeda nyata. Rata-rata hasil tinggi tanaman pada umur 14, 28, dan 42 hst perlakuan media FABA dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Diagram garis hubungan panjang daun dan media FABA pada tanaman sawi.

1.4. Jumlah Daun (Helai)

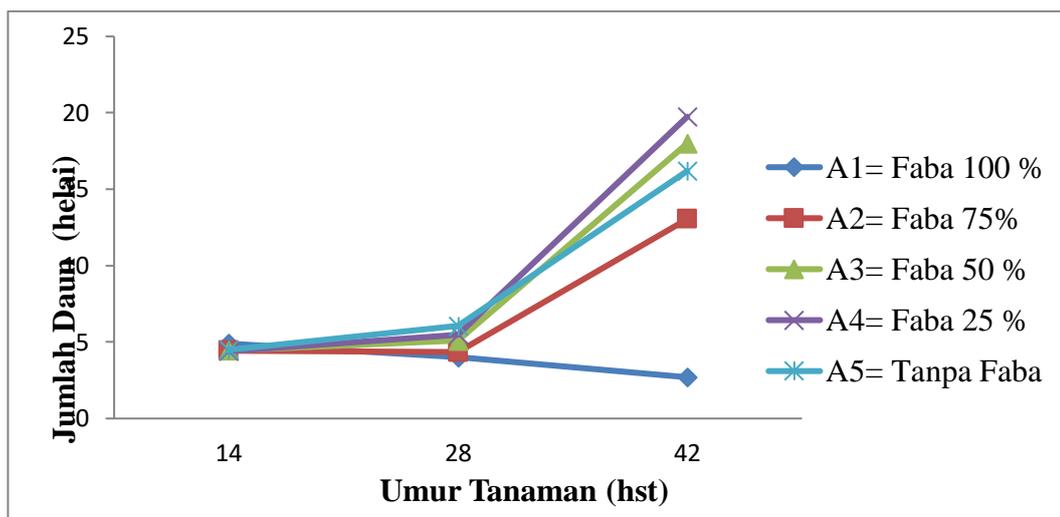
Berdasarkan hasil analisis keragaman bahwa perlakuan terbaik pada parameter jumlah daun sawi di umur 14, 28, 42 hst yaitu pada perlakuan A4 (Faba 25 % dan pupuk kandang 75%). Sedangkan jumlah daun terendah pada tanaman sawi di umur 14, 28, 42 hst) yaitu pada perlakuan A1 (Faba 100 % tanpa pupuk kandang).

Tabel 5. Hasil analisis uji lanjut DMRT pada media tanam terhadap jumlah daun 28 dan 42 hst tanaman sawi.

Perlakuan	Rata-rata Panjang Daun (hst)	
	28	42
A1 = 4 : 0 (FABA 100 %)	4.00 c	2.70 c
A2 = 3 : 1 (FABA 75 % + Pupuk kandang 25 %)	4.35 bc	13.05 b
A3 = 2 : 2 (FABA 50 % + Pupuk Kandang 50 %)	5.10 abc	18.00 ab
A4 = 1 : 3 (FABA 25 % + Pupuk kandang 75 %)	5.50 ab	19.75 a
A5 = 0 : 4 (Pupuk kandang 100 %)	6.05 a	16.20 ab

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada taraf 5 %.

Perlakuan A1 berbeda nyata dengan A4 dan A5 (Pupuk kandang 100 %), tetapi berbeda nyata dengan A2, dan A3, A5 berbeda nyata dengan A1 dan A2 pada umur 28 hst. Perlakuan A4 berbeda tidak nyata dengan 3 dan A5 tetapi berbeda nyata dengan A1 dan A2, sedangkan pada A1 dan A2 berbeda tidak nyata pada umur 42 hst. Rata-rata hasil tinggi tanaman pada umur 14, 28, dan 42 hst perlakuan media FABA dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. Diagram garis hubungan jumlah daun tanaman dan media FABA pada tanaman sawi.

1.5. Berat Kering

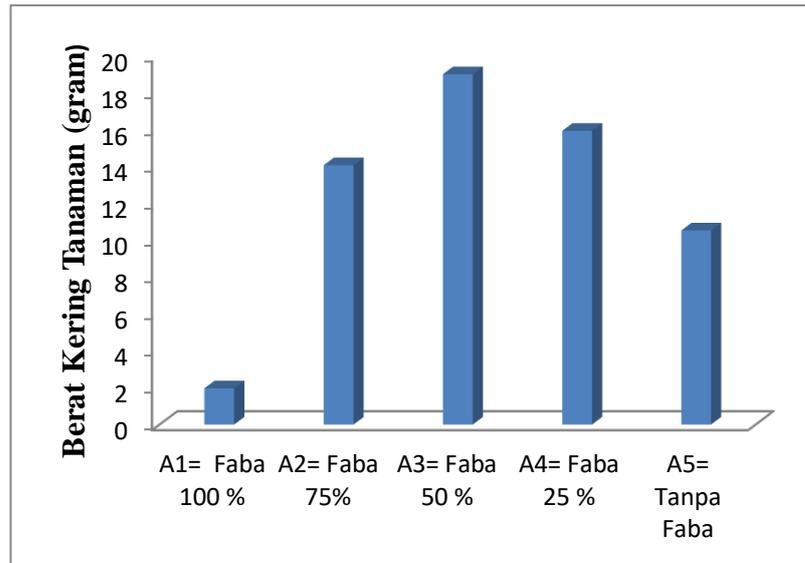
Berdasarkan hasil analisis keragaman bahwa perlakuan terbaik pada berat kering tanaman sawi diperoleh pada perlakuan A3 (Faba 50 % dan pupuk kandang 50%). Sedangkan berat kering terendah diperoleh pada perlakuan A1 (Faba 100 % tanpa pupuk kandang). Berdasarkan hasil analisis ragam bahwa berat kering tanaman berpengaruh sangat nyata terhadap media campuran FABA pada tanaman sawi.

Tabel 6. Hasil analisis uji lanjut DMRT pada media tanam terhadap berat kering tanaman sawi.

Perlakuan	Rata-rata Berat Kering Tanaman Sawi
A3 = 2 : 2 (FABA 50 % + Pupuk Kandang 50 %)	18.99 a
A4 = 1 : 3 (FABA 25 % + Pupuk kandang 75 %)	15.93 a
A2 = 3 : 1 (FABA 75 % + Pupuk kandang 25 %)	14.07 ab
A5 = 0 : 4 (Pupuk kandang 100 %)	10.54 b
AI = 4 : 0 (FABA 100 %)	1.97 c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada taraf 5 %.

Perlakuan A3, A4, dan A2 tidak berbeda nyata, sedangkan pada perlakuan A3 dan A4 tidak berbeda nyata dengan A5 dan AI dan antara A2, dan A5 tidak berbeda nyata. Rata-rata hasil berat kering tanaman perlakuan media FABA dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. Diagram garis hubungan berat kering dan media FABA pada tanaman sawi.

2. Pembahasan

Nutrisi merupakan bahan baku dan sumber energi dalam proses metabolisme tubuh. Tanaman membutuhkan nutrisi berupa air dan zat hara yang terlarut dalam air. Melalui proses fotosintesis, air dan karbon dioksida diubah menjadi zat makanan. Zat hara tidak berperan langsung dalam proses fotosintesis, namun sangat diperlukan agar tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Tanah berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kondisi tanah ditentukan oleh faktor lingkungan lain, misalnya suhu, kandungan mineral, air, dan derajat keasaman atau pH.

Tanaman seperti halnya makhluk hidup yang lain membutuhkan kombinasi unsur hara untuk hidup tumbuh dan berkembang biak. Kebutuhan unsur hara terdapat tanaman terdiri atas dua kategori yaitu nutrisi makro dan nutrisi mikro. Nutrisi makro dibutuhkan dalam jumlah banyak. Unsur hara di dalam tanaman juga dapat dibagi menjadi 2, yaitu unsur hara bergerak (*mobile nutrient*) dan unsur hara tidak bergerak (*immobile nutrient*) (J. A. Silva and R. S. Uchida, 2000).



Gambar 7. Pertumbuhan Tanaman Sawi di Awal Penelitian



Gambar 8. Pertumbuhan Tanaman Sawi di Akhir Penelitian

Tanaman membutuhkan unsur hara N, P, dan K karena berperan penting dalam masa vegetatif agar tumbuh dengan baik (Syafuruddin, Nurhayati, dan Ratna Wati, 2012). Asupan unsur hara N dan P yang cukup akan mempengaruhi terhadap panjang, lebar dan jumlah daun sehingga akan menghasilkan daun sayur yang sehat (Alex, S., 2016).



Gambar 9. Pertumbuhan Tanaman Sawi di Media Tanam 100% Pupuk Organik Sapi

Kondisi tanaman yang mengalami defisiensi atau kekurangan unsur hara akan mengalami gangguan pertumbuhan dan mempengaruhi terhadap hasil panen daun atau buahnya. Warna daun dapat menjadi ciri tanaman dalam kondisi normal atau mengalami defisiensi unsur hara. Defisiensi unsur hara pada tanaman akan berpengaruh pada bentuk daun, produksi buah dan usia tanaman yang mengakibatkan tanaman tumbuh kerdil dan lekas mati, pada produksi buah akan terjadi kerontokan pada bunga atau bakal buah sehingga hasil produksi akan mengalami penurunan.

Gejala yang paling umum dari defisiensi unsur N pada tanaman adalah klorosis seragam dari seluruh helai daun dari daun yang lebih tua. Warna hijau daun yang terserang menjadi lebih cerah hingga daun tampak kuning. Proses pencerahan menyebar ke daun yang lebih muda, dan penuaan daun yang lebih tua dimulai (M.H. Behboudian, A.H. Pickering, E. Dayan, 2017).



Gambar 9. Pertumbuhan Tanaman Sawi di Media Tanam 100% Faba



Gambar 10. Pertumbuhan Tanaman Sawi di Media Tanam 75% Faba + 25% Pupuk Organik Sapi

Defisiensi unsur hara pada tanaman menyebabkan penurunan produksi tanaman, sehingga dengan mengenal ciri fisik dari tanaman yang mengalami defisiensi dengan bantuan sistem akan lebih cepat dalam membantu pengguna dalam penanganan lebih cepat pula. Sistem yang dibangun melibatkan teknologi pengolahan citra. Penelitian tentang pengolahan citra digital untuk identifikasi tanaman sudah dilakukan diantaranya adalah identifikasi dini jenis tanaman obat melalui ciri daun melalui berbagai teknik *machine learning* yaitu dengan metode dimensi fraktral, pengembangan identifikasi tanaman obat menggunakan kode fraktral (Harsani P, Mulyana, and M. Prasetyorini, 2012 ; Harsani P, Qurania A, and Triastinuriatiningsih (2014).

Unsur hara nitrogen dimanfaatkan oleh tanaman dalam membenuk protein, semakin tinggi jumlah protein yang dihasilkan maka jumlah protoplasma didalam sel tanaman akan bertambah, yang kemudian dapat mengakibatkan daun tanaman bertambah panjang, lebar, luas dan jumlahnya. Unsur N merupakan unsur hara esensial yang termasuk ke dalam unsur hara makro yakni diperlukan dalam jumlah banyak. Fungsi unsur nitrogen yaitu untuk memperbaiki pertumbuhan vegetatif tanaman dan pembentuk protein (Hardjowigeno, 2010). Unsur N mempunyai peranan yang penting dalam pertumbuhan dan perkembangan semua jaringan hidup (Brady & Weil, 2002).

Fosfor (P) merupakan unsur hara esensial makro bagi tanaman yang dibutuhkan dalam jumlah besar ketiga setelah nitrogen (N) dan kalium (K). Fosfor berperan sebagai aktivator berbagai enzim metabolisme tanaman dan merupakan komponen klorofil. Fosfor juga pembentuk adenosindifosfat (ADP) dan adenosintrifosfat (ATP), dua senyawa yang terlibat dalam transformasi energi yang paling signifikan pada tanaman (Brady, 1990).



Gambar 11. Pertumbuhan Tanaman Sawi di Media Tanam 50% Faba + 50% Pupuk Organik Sapi



Gambar 12. Pertumbuhan Tanaman Sawi di Media Tanam 25% Faba + 75% Pupuk Organik Sapi

Kalsium merupakan unsur hara terpenting setelah unsur esensial (N, P, dan K) sebagai pasokan nutrisi tanaman. Menurut Plaster (1992) fungsi kalsium pada tanaman digunakan sebagai pembangun dinding sel. Kalsium juga sebagian besar digunakan sebagai kontrol terhadap pH tanah dan membantu pembentukan agregat tanah, serta, kalsium memiliki peranan dalam pembentukan protein dan pergerakan karbohidrat.

Hara makro Magnesium (Mg) merupakan unsur hara esensial yang sangat dibutuhkan tanaman dalam pembentukan hijau daun (*chlorofil*) dan sebagai co-faktor hampir pada seluruh enzim dalam proses metabolisme tanaman seperti proses fotosintesa, pembentukan sel, pembentukan protein, pembentukan pati, transfer energi serta mengatur pembagian dan distribusi karbohidrat keseluruhan jaringan tanaman. Peran unsur K adalah untuk memacu translokasi asimilat dari sumber (daun) ke bagian organ penyimpanan (sink), selain terlibat dalam proses membuka dan menutupnya stomata. Stomata akan membuka karena sel penjaga menyerap air, dan penyerapan air ini terjadi sebagai akibat adanya ion K^+ (Singh *et al.*, 2014).

Kadar air tanah adalah perbandingan antara berat air yang dikandung didalam tanah dengan berat total sampel tanah. Kadar air didalam tanah dinyatakan dalam persen. Jumlah air yang dapat ditahan oleh tanah dinyatakan atas dasar berat atau volume. Dasar penentuannya adalah pengukuran kehilangan berat atau isi selama pengeringan. Contoh tanah tanah dikeringkan pada suhu 105 oC selama 24 jam, dan total pengurangan berat selama pengeringan diukur. Kehilangan berat air dalam membagi berat air yang menguap dengan berat kering tanah setelah dikeringkan dalam oven. Dua fungsi yang saling berkaitan dalam penyediaan air bagi tanaman yaitu memperoleh air dalam tanah dan pengaliran air yang disimpan keakar-akar tanaman. Jumlah air yang diperoleh tanah sebagian bergantung pada kemampuan tanah yang menyerap air cepat dan meneruskan air yang diterima dipermukaan tanah. Akan tetapi jumlah ini juga dipengaruhi oleh faktor-faktor luar seperti jumlah curah hujan tahunan dan sebaran tahunan dan sebaran hujan sepanjang tahun <https://ulyadays.com/kadar-air-tanah/>

Penggunaan kotoran sapi sebagai pupuk dikenal sebagai pupuk kandang (pupuk organik). Zat-zat yang sangat berguna didalam kosa tersebut dapat dimanfaatkan secara maksimal sebagai pupuk kandang yang dapat memperbaiki struktur tanah dan penyediaan unsur hara tanah. Kotoran sapi sebagai pupuk kandang perlu penanganan yang baik, karena dengan penanganan yang kurang baik seperti penggunaan kotoran sapi yang masih mentah (belum matang) atau menurut istilah petani peternak masih panas, jika digunakan untuk memupuk tanaman dapat menyebabkan kelayuan pada tanaman atau bahkan mengalami kematian karena kepanasan. Hal ini karena kotoran sapi mentah mengandung unsur carbon (C) lebih tinggi dari

kandungan nitrogen (N) yang akan mengundang jutaan bakteri. Jika kadar Carbon dalam kosa tinggal sedikit atau perbandingan C/ N rendah maka proses penguraian (dekomposisi) akan berhenti sehingga kosa mengalami kematangan atau istilah peternak sudah dingin. Jika kotoran sapi sudah dingin atau mengalami kematangan, ini sangat baik dijadikan pupuk, dan inilah yang disebut pupuk kandang. <https://disnakkangrobogan.go.id/>

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah limbah Faba PLTU dapat digunakan sebagai pupuk tanaman sawi yang mempunyai fungsi sama dengan pupuk kandang yaitu sebagai penyedia unsur hara dan meningkatkan pH media tanam. Faba memiliki nilai pH yang tinggi yaitu 8, hal tersebut dapat berfungsi dalam menetralkan tanah sehingga unsur hara yang tersedia dapat diserap tanaman secara optimal. Penggunaan Faba sebagai campuran media tanam sebanyak 25% - 50% mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi. Saran tindak lanjut adalah limbah Faba dapat digunakan sebagai media tanam namun penggunaan Faba harus diimbangi dengan pupuk kandang/bahan organik agar pertumbuhan tanaman menjadi optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, C., Faridah, E., Wulandari, D., Purwanto, B.H. (2014), Peran Mikroba Starter Dalam Dekomposisi Kotoran Ternak Dan Perbaikan Kualitas Pupuk Kandang, *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 21 (2), 179-187.
- Alex, S., *Usaha Tani Cabai: Kiat Jitu Bertanam Cabai di Segala Musim*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press, 2016.
- Arie Qur'ania, Lita Karlitasari, Sufiatul Maryana, Cecep Sudrajat, Zolla. 2023. Identifikasi Defisiensi Unsur Hara Pada Tanaman Cabai Menggunakan Support Vector Machine. *J.ICON*, Volume 11 No. 1, Maret 2023. Pp.62-67. Universitas Pakuan, Bogor, Indonesia.
- Arief Budiono dan Lutfiah Khasanah, 2022. Pengaruh Penambahan FABA Terhadap Sifat Fisik dan Derajat Keasaman (pH) Kompos Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia.
- Brady NC & RR Weil. 2002. *The Nature and Properties of Soils*. 13th Edition. Upper Saddle River, New Jersey. USA.
- Brady, N.C. 1990. *The Nature and Properties of Soils*. 10th ed. New York (US): MacMillan Publishing Company.

- Damayanti, R. 2018. Abu batubara dan pemanfaatannya: tinjauan teknis karakteristik secara kimia dan toksikologinya. *J. TekMIRA*, 14(3): 213-231.
- Efendi, Dedi Soleh., M. Syakir., M. Yusion dan Wiratno, 2010. *Budidaya dari Pasca Panen Teh*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.
- Fauziah, S., Kameswari, D., Asih, D., 2022. Pengaruh Pupuk Organik Cair Rebung Bambu Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Secara Hidroponik.
- Gole Imelda Dada, I. Made Sukerta, and Bagus Putu Udiyana. "Pengaruh dosis pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea* L.)." *Agrimeta: Jurnal Pertanian Berbasis Keseimbangan Ekosistem* 9.18 (2019). <https://bengkulukota.bps.go.id/indicator/55/190/1/produksi-tanaman-sayuran.html> (Diakses 22 juli 2023).
- Hadijah, N.R. dan R. Damayanti. 2006. Penelitian abu batubara sebagai pembenah tanah: pengaruh waktu inkubasi terhadap parameter kualitas tanah (derajat keasaman tanah (pH H₂O), Mn, Fe, P-total, dan P- tersedia). *J. tekMIRA*, 36(14): 9-17.
- Hardjowigeno, S. 2010. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo: Jakarta.
- Harsani P, Mulyana, and M. Prasetyorini. *Application of Image Retrieval Using Fractal Dimension to Identify Medicinal Plant in Proceeding Internasional Seminar on Science Technology Innovations*, 2012. ISBN 1978-602-95064-5-7.
- Harsani P, Qurania A, and Triastinuriatiningsih, *Pengembangan Web Services Identifikasi Tanaman menggunakan Kode Fraktal dalam Sistem Informasi Tanaman Obat Indonesia,* in *Proceeding Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikas dan Manajemen*. Palembang, 2014.
- <https://bengkulu.bps.go.id/statictable/2021/06/24/495/luas-panen-produksi-dan-produktivitas-bawang-merah-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-bengkulu-tahun-2018-2019.html> (Diakses 20 Mei 2023).
- J. A. Silva and R. S. Uchida, *Plant nutrient management in Hawaii's soils: Approaches for tropical and subtropical agriculture*. Honolulu, HI: College of Tropical Agriculture & Human Resources, University of Hawaii at Manoa, 2000.
- M.H. Behboudian, A.H. Pickering, E. Dayan, "Deficiency diseases, Principles," *Thomas B, Murray BG, Murphy DJ (eds) Encyclopedia of applied plant sciences*, vol. 1, pp. 219–224, 2017,doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394807-6.00121-0>.

- Parluhutan, J. E., and M. Santoso. "Pengaruh pemberian pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan hasil beberapa varietas sawi hijau (*Brassica juncea* L.)." *Jurnal Produksi Tanaman* 8.8 (2020): 763-770.
- Plaster, E.J. 1992. *Soil Science and Management*. Edisi ke-2. New York (USA): Delmar Publishers
- Syafruddin, Nurhayati, dan Ratna Wati, "Pengaruh Jenis Pupuk Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Varietas Jagung Manis," *Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala Darussalam*, vol.7, no.1, pp. 107-114, 2012. <https://jurnal.usk.ac.id/floratek/article/view/524>.
- Singh, R., S. Chaurasia., A. D. Gupta., A. Mishra and P. Soni. 2014. Comparative Study of Transpiration Rate in *Mangifera indica* and *Psidium guajava* Affect by *Lantana camara* Aqueous Extract. *Journal of Environmental Science, Computer Science and Engineering & Technology*. 3 (3) : 1228 – 1234.