



**PENGUJIAN DUA BIOAKTIVATOR TERHADAP PENINGKATAN
KADAR N KOMPOS KULIT SINGKONG (*Manihot esculenta* C.)
SERTA PENGARUHNYA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN
SERAPAN N TANAMAN KEDELAI (*Glycine max* L.)**

SKRIPSI

Oleh

Indra Dwi Fathurrahman

NIM 161510501171

PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS JEMBER

2023



**PENGUJIAN DUA BIOAKTIVATOR TERHADAP PENINGKATAN
KADAR N KOMPOS KULIT SINGKONG (*Manihot esculenta* C.)
SERTA PENGARUHNYA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN
SERAPAN N TANAMAN KEDELAI (*Glycine max* L.)**

SKRIPSI

diajukan guna memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Sarjana pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember

Oleh

Indra Dwi Fathurrahman

NIM 161510501171

PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS JEMBER

2023

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih dan Penyayang, saya persembahkan skripsi ini untuk:

1. Kedua Orang Tua saya tercinta, Ayahanda Slamet Priadi, S.Pt. dan Ibunda Sri Wahyuni, S.Pd. serta nenekku tersayang Suyatmi yang tanpa lelah dan sangat sabar dalam mendoakan, mendidik, memotivasi dan memberikan kasih sayang serta dukungan materil, sehingga menjadi sumber kekuatan bagi saya untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Pertanian.
2. Dr. Ir. Tri Candra Setiawati, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang senantiasa membimbing saya dengan sabar serta selalu memberikan nasehat serta motivasi sehingga tercipta semangat untuk segera menyelesaikan skripsi hingga mendapat gelar Sarjana Pertanian.
3. Dr. Ummi Sholikhah, S.P., M.P., selaku Dosen Penguji 1 telah memberikan saran dan evaluasi demi kesempurnaan tugas akhir ini.
4. Tri Wahyu Saputra, S.T.P., M.Sc., selaku Dosen Penguji 2 yang telah memberikan saran dan evaluasi demi kesempurnaan tugas akhir ini.
5. Kakakku tersayang Nisa Hidayani Shafrina, S.E., kakak ipar Moh. Hasan Mudzakkir Billah S.E. dan adikku tersayang Galuh Nafi Prayesti serta kekasih penulis, Hosnol Hotima yang senantiasa menghadirkan semangat dan dukungan penuh dalam setiap langkahku.
6. Sahabatku “Gajah Oleng”, “Bayaya Family” dan “Kontrakan Atlantis” yang telah menjadi teman diskusi dan menemani perjalanan hidup susah senang bersama hingga sekarang.
7. Para Guru TK Dharma Wanita Asembagus, SDN 1 Trigonco, SMPN 1 Asembagus dan SMAN 1 Asembagus dan seluruh Dosen Fakultas Pertanian Universitas Jember yang telah memberikan bekal ilmu yang sangat bermanfaat selama proses belajar dengan penuh kesabaran dan dedikasi yang tinggi.
8. Semua teman-teman tercinta atas motivasi, pengalaman hidup, serta dukungan yang telah diberikan selama ini.

9. Almamater Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember yang saya cintai dan saya banggakan.



MOTTO

”Dan barangsiapa yang memberikan kemudahan (membantu) kepada orang yang kesusahan, niscaya Allah akan membantu memudahkannya didunia dan di akhirat.”

(HR. Muslim)

“Saya percaya setiap manusia memiliki jumlah detak jantung yang terbatas. Saya tidak bermaksud menya-nyiakan milik saya.”

(Neil Armstrong)

“Saya akan terus melangkah maju dalam setiap ketakutan, apalagi saat berada di tengah kuburan malam hari!”

(Mahasiswa Semester Paling Akhir)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Indra Dwi Fathurrahman

NIM : 161510501171

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul **“Pengujian Dua Bioaktivator Terhadap Peningkatan Kadar N Kompos Kulit Singkong (*Manihot Esculenta* C.) serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan dan Serapan N Tanaman Kedelai (*Glycine Max* L.)”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 26 Juni 2023

Yang menyatakan

Indra Dwi Fathurrahman

NIM. 161510501171

SKRIPSI

**PENGUJIAN DUA BIOAKTIVATOR TERHADAP PENINGKATAN
KADAR N KOMPOS KULIT SINGKONG (*Manihot esculenta* C.)
SERTA PENGARUHNYA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN
SERAPAN N TANAMAN KEDELAI (*Glycine max* L.)**

Oleh:
Indra Dwi Fathurrahman
NIM 161510501171

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Skripsi: Dr. Ir. Tri Candra Setiawati, M.Si.
NIP 196505231993022001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengujian Dua Bioaktivator Terhadap Peningkatan Kadar N Kompos Kulit Singkong (*Manihot Esculenta* C.) serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan dan Serapan N Tanaman Kedelai (*Glycine Max* L.)” telah diuji dan disahkan pada :

Hari : Senin

Tanggal : 26 Juni 2023

Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Skripsi,

Dr. Ir. Tri Candra Setiawati, M.Si.
NIP. 196505231993022001

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Dr. Ummi Sholikhah, S.P., M.P.
NIP. 197811302008122001

Tri Wahyu Saputra, S.T.P., M.Sc.
NIP. 198906292019031008

Mengesahkan
Dekan,

Prof. Dr. Ir. Soetriono, M.S.
NIP. 196403041989021001

RINGKASAN

Pengujian Dua Bioaktivator Terhadap Peningkatan Kadar N Kompos Kulit Singkong (*Manihot esculenta* C.) serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan dan Serapan N Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.); Indra Dwi Fathurrahman; 161510501171; 2023; 78 halaman; Jurusan Agroteknologi; Fakultas Pertanian; Universitas Jember.

Pencemaran lingkungan khususnya pada tanah akibat penggunaan pupuk anorganik saat ini semakin membesar. Penggunaan kembali pupuk organik diharapkan mampu mengatasi masalah lingkungan tersebut. Pupuk kompos merupakan salah satu pupuk organik yang berasal dari hasil dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme yang berperan dalam memperbaiki sifat fisik tanah, pengembalian unsur hara yang ramah lingkungan. Salah satu bahan organik yang dapat dijadikan sebagai bahan pengomposan adalah kulit singkong. Tingginya produksi singkong menjadikan masalah utama dalam pengolahan limbah pasca panen, khususnya kulit singkong yang jarang dimanfaatkan kembali oleh masyarakat. Kulit singkong memiliki kandungan unsur hara yang masih dapat dimanfaatkan oleh tanaman, namun tingginya lignin dan selulosa kulit singkong menyebabkan kandungan hara tidak bisa diserap langsung oleh tanaman sehingga perlu penambahan bioaktivator untuk mempercepat laju dekomposisi. *Microbacter Alfaafa-11* (MA-11) dan M21 *Decomposer* merupakan bioaktivator yang memiliki bakteri *Rhizobium* sp. yang mampu mendegradasi kandungan lignin dan selulosa serta membantu dalam meningkatkan kandungan N kompos. Adapun tujuan penelitian ini juga untuk menguji serapan N tanaman pada fase vegetatif dengan kompos kulit singkong yang telah dibuat dan kemudian diaplikasikan pada tanaman kedelai.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) non-faktorial. Faktor yang diuji untuk mengetahui serapan N tanaman kedelai adalah dosis pemberian pupuk yang terdiri dari tanpa perlakuan (A0), kompos kulit singkong MA-11 160 gram (A1), kompos kulit singkong MA-11 200 gram (A2), kompos kulit singkong M21 *Decomposer* 160 gram (A3), kompos kulit singkong M21 *Decomposer* 200 gram (A4) dan Urea 0,4 gram (A5). Variabel yang diamati

meliputi tinggi tanaman, volume akar, jumlah bintil akar, berat basah brangkasan, berat kering brangkasan, kadar N tanaman dan serpan N tanaman. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan diuji lanjut dengan uji jarak berganda duncan (DMRT) dengan taraf kepercayaan 95% apabila terdapat pengaruh berbeda nyata.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembuatan kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer* memberikan kandungan hara kompos yang lebih baik dibandingkan kompos kulit singkong dengan bioaktivator MA-11, namun kandungan N kompos belum memenuhi syarat standar mutu Keputusan Menteri Pertanian No 261/KPTS/SR.310/M/4/2019. Faktor pemberian dosis berpengaruh nyata terhadap seluruh variabel tinggi tanaman, volume akar, jumlah bintil akar, berat basah brangkasan, berat kering brangkasan, kadar N tanaman dan serapan N tanaman, khususnya pada perlakuan A4 (kompos kulit singkong bioaktivator M21 *Decomposer* dosis 200 gram/tanaman)

Kata Kunci: Kulit singkong, pupuk kompos, tanaman kedelai

SUMMARY

Testing Of Two Bioactivators To Increase The N Content Of Cassava Skin Compost (*Manihot Esculenta* C.) And Its Effect On The Growth And Uptake Of Soybean Plants N (*Glycine Max* L.); Indra Dwi Fathurrahman; 161510501171; 2023; 78 pages; Department of Agrotechnology; Faculty of Agriculture; University of Jember.

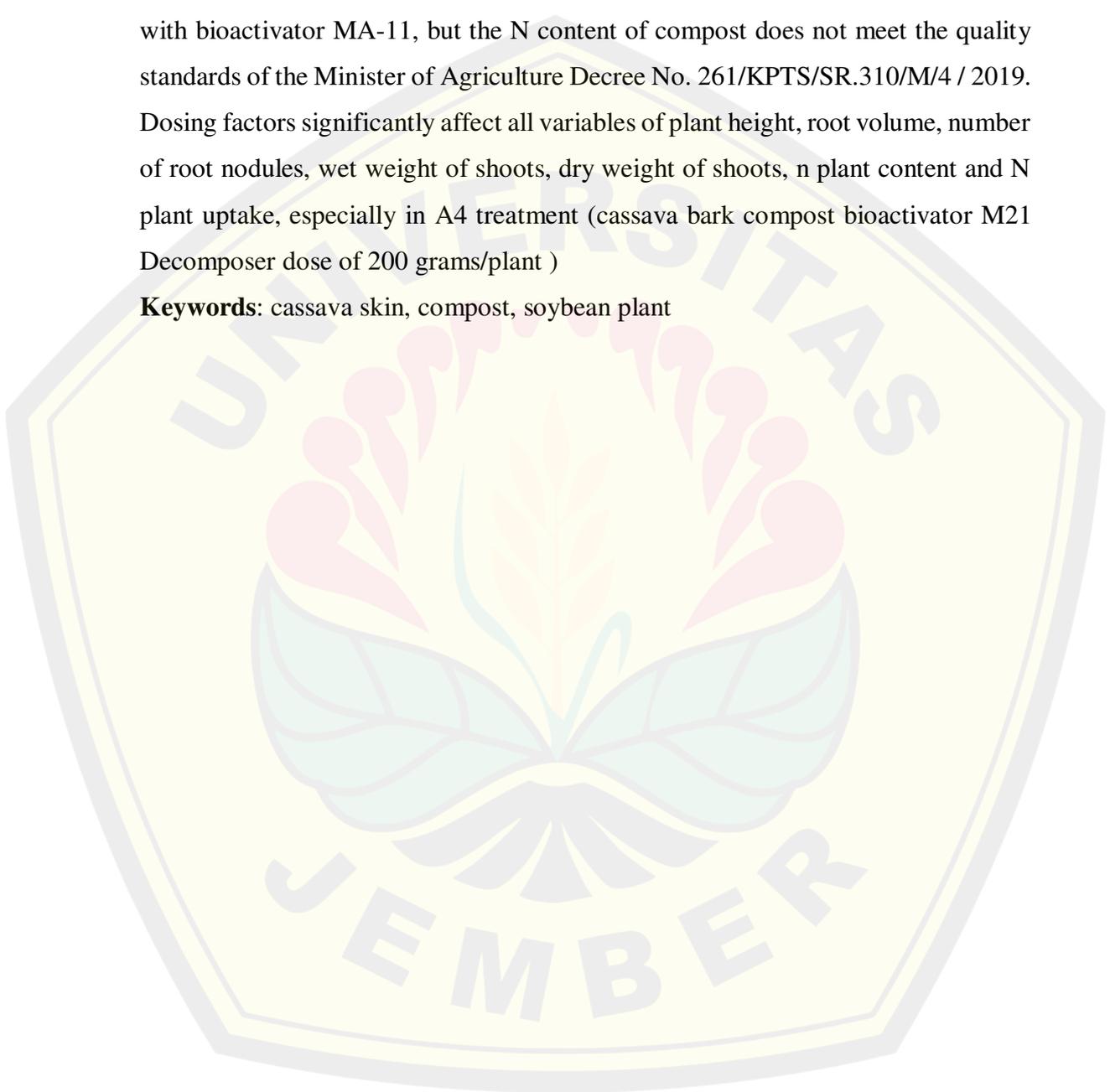
Environmental pollution, especially in the soil due to the use of inorganic fertilizers is currently increasing. Reuse of organic fertilizers is expected to overcome environmental problems tersebut. Compost fertilizer is one of the organic fertilizers derived from the decomposition of organic matter by microorganisms yang bersedian in improving the physical properties of the soil, the return of nutrients that are environmentally friendly. One of the organic materials that can be used as composting material is cassava skin. The high production of cassava makes it a major problem in post-harvest waste treatment, especially cassava skins that are rarely reused by the community. Cassava skin contains nutrients that can still be utilized by plants, but the high lignin and cellulose of cassava skin cause nutrient content can not be absorbed directly by plants so the need for the addition of bioactivators to accelerate the rate of decomposition. Microbacter Alfaafa-11 (MA-11) and M21 Decomposer is a bioactivator that has Rhizobium sp bacteria. which is able to degrade the content of lignin and cellulose and help in increasing the N content of compost. The purpose of this study was also to test the N uptake of plants in the vegetative phase with cassava skin compost that has been made and then applied to soybean plants

This study used a non-factorial randomized complete design (RAL). Factors tested to determine the uptake of soybean plants N is the dose of fertilizer consisting of untreated (A0), cassava skin compost MA-11 160 grams (A1), cassava skin compost MA-11 200 grams (A2), cassava skin compost M21 Decomposer 160 grams (A3),), cassava skin compost M21 Decomposer 200 grams (A4) and Urea 0.4 grams (A5). Variables observed include plant height, root volume, number of root nodules, wet weight of shoots, dry weight of shoots, n plant content and N plant

debris. The Data obtained were analyzed statistically using Analysis of Variance (ANOVA) and further tested with Duncan's Multiple Range Test (DMRT) with a 95% confidence level if there is a real different effect.

The results showed that making cassava skin compost with bioactivator M21 Decomposer provides better compost nutrient content than cassava skin compost with bioactivator MA-11, but the N content of compost does not meet the quality standards of the Minister of Agriculture Decree No. 261/KPTS/SR.310/M/4 / 2019. Dosing factors significantly affect all variables of plant height, root volume, number of root nodules, wet weight of shoots, dry weight of shoots, n plant content and N plant uptake, especially in A4 treatment (cassava bark compost bioactivator M21 Decomposer dose of 200 grams/plant)

Keywords: cassava skin, compost, soybean plant



PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan menyusun skripsi yang berjudul **“Pengujian Dua Bioaktivator Terhadap Peningkatan Kadar N Kompos Kulit Singkong (*Manihot Esculenta C.*) serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan dan Serapan N Tanaman Kedelai (*Glycine Max L.*)”** sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Studi Agroteknologi (S1) dan mencapai gelar Sarjana Pertanian, Universitas Jember.

Penyusunan Karya Tulis Ilmiah (Skripsi) ini tidak lepas dari dukungan dan motivasi dari berbagai pihak sehingga penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Soetriono. MP. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
2. Drs. Yagus Wijayanto, M.A, Ph. D. selaku koordinator Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember;
3. Dr. Ir. Tri Candra Setiawati, M.Si. yang telah banyak memberikan bimbingan, nasehat dan motivasi selama penyusunan skripsi;
4. Dr. Ummi Sholikhah, S.P., M.P. selaku Dosen Penguji 1 yang telah memberikan arahan, kritik dan saran untuk menyempurnakan penyusunan skripsi ini;
5. Tri Wahyu Saputra, S.T.P., M.Sc. selaku Dosen Penguji 2 yang telah memberikan arahan, kritik dan saran untuk menyempurnakan penyusunan skripsi ini;
6. Prof. Dr. Ir. Wiwiek Sri Wahyuni, M.S. selaku dosen wali yang telah memberikan arahan, bimbingan serta saran selama masa perkuliahan kepada penulis;
7. Kedua Orang Tua tercinta Ayahanda Slamet Priadi, S.Pt. dan Ibunda Sri Wahyuni, S.Pd. yang tanpa henti disetiap langkah hidup penulis selalu mendoakan, membimbing, mendidik serta memberikan dukungan baik

moral maupun materil sehingga menjadi penyemangat penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini, terimakasih telah sabar menunggu;

8. Nenek tersayang penulis Suyatmi, kakak tersayang penulis Nisa Hidayani Shafrina, S.E. dan Moh. Hasan Mudzakkir Billah, S.E., Adik tersayang penulis Galuh Nafi Prayesti serta kekasih penulis, Hosnol Hotima yang telah memberikan hiburan, semangat, doa, dukungan moral maupun materil, serta senantiasa mendengarkan keluh kesah penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini;
9. Sahabat penulis “Gajah Oleng” Nailah Nikmatul Haq, Dilla Restu Jayanti, Asmaul Saidatul Faizah, Dini Indah Lestari dan Yogi Putra Setiawan, yang telah menjadi teman pertama penulis di Jember serta menemani suka duka dalam kegiatan perkuliahan, kalian kuat dan kalian hebat kawan;
10. Sahabat kontrakan atlantis, Riki Dianto, Moh. Rizqillah Mubarak, Kresnanda Louriz S., Moch. Rizqy Nashrullah Hilmy, M. Rifky Ananda, Moch. Syaiful Anam, Febrian Puji Laksono, M. C. Zar Riza Noval Prayudi, Yoga Anugrah P., Kharisma A. Pradana, Aziz Permata Putra dan Bayu Aji Arifurrohman yang telah menemani, menyemangati, membantu, dan menjadi keluarga baru penulis selama berada di kota perantauan Jember;
11. Sahabat seperjuangan Penulis “Bayaya Family”, Moch. Firman Maulana, Riko Dwi Prasetyo, N. G. T. Purba Wiseza, Rizal Saiful Rizal, Zainul Arifin, Alif Faturrahman dan Abdul Lutfin yang setia memberi semangat dan doa untuk terus berjuang bersama;
12. Teman-teman KKN 202 Gunung Malang Kab. Situbondo, Rendy, Oni, Gumilar, Deni, Jaliya, Rara, Arin dan yang telah memberikan pengalaman baru, kenangan serta semangat kepada penulis;
13. Teman-teman magang PTPN XI PG Wonolongan Probolinggo, Umar, Eka, Antin, Wanda dan Winda serta seluruh civitas PG Wonolongan yang telah memberikan semangat, dukungan, pembelajaran dan menjadi keluarga baru bagi penulis;
14. Teman-teman satu bimbingan tugas akhir dan bimbingan akademik yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu;

15. Keluarga besar satu almamater Agroteknologi angkatan 2016 atas kebersamaan, kenangan, suka duka selama perkuliahan;
16. Teknisi Laboratorium Bapak Ilham dan Bapak Jimmy, Om Yono, Bapak Helly yang telah banyak membantu, memberikan ilmu, serta masukan kepada penulis selama proses penelitian dan penyusunan tugas akhir.
17. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan semangat, dukungan, doa, serta bantuan kepada penulis.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan penulis juga menyadari bahwa karya ilmiah tertulis ini masih jauh dari sempurna, oleh karenanya penulis mengucapkan mohon maaf dan terimakasih atas kritik dan saran yang membangun dan sangat diharapkan untuk menyempurnakan penulisan untuk selanjutnya.

Jember, Juni 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN.....	vii
SUMMARY.....	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Kegiatan.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pupuk Kompos.....	5
2.2 Kulit Singkong	7
2.3 <i>Microbacter Alfaafa - 11</i>	9
2.4 M21 <i>Decomposer</i>	10
2.5 Bakteri <i>Rhizobium Sp.</i>	13
2.6 Tanaman Kedelai	14
2.7 Hipotesis	15
BAB 3. METODE PENELITIAN	16
3.1. Tempat dan Waktu	16
3.2. Alat dan Bahan.....	16
3.2.1 Alat Penelitian	16

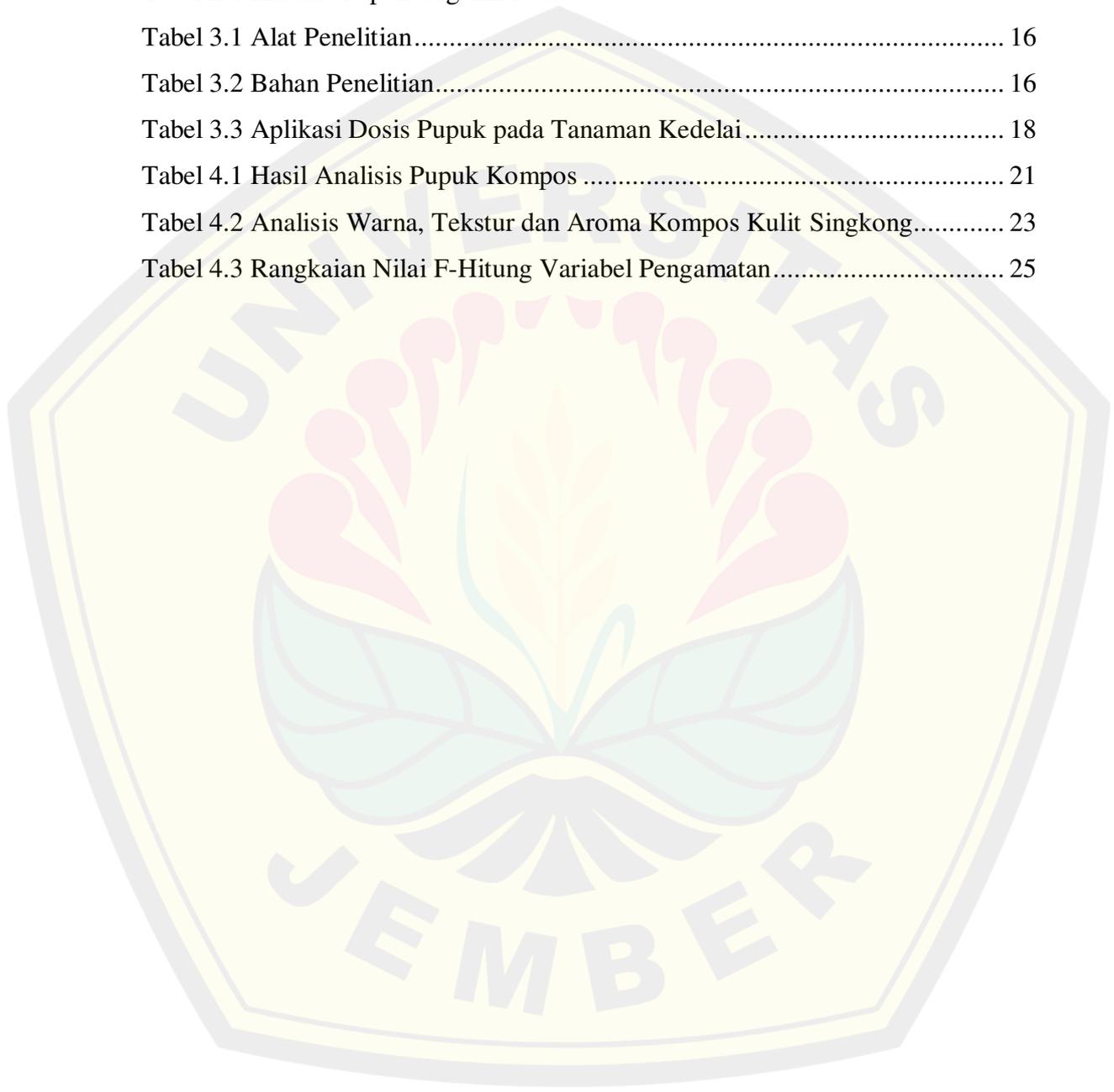
3.2.2 Bahan Penelitian	16
3.3 Persiapan Penelitian	17
3.3.1 Pembuatan Pupuk Kompos Kulit Singkong	17
3.4 Rancangan Percobaan.....	18
3.4.1 Aplikasi Pupuk Pada Tanaman Kedelai.....	18
3.5 Variabel Pengamatan.....	19
3.5.1 Analisis Kualitas Kandungan Hara N Kompos Kulit Singkong	19
3.5.2 Analisis Pertumbuhan dan Serapan N Tanaman Kedelai	19
3.6 Analisis Data.....	20
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Hasil Analisis Kualitas Pupuk Kompos.....	21
4.1.1 Analisis Kandungan Kompos Kulit Singkong	21
4.1.2 Analisis Sifat Fisik Kompos Kulit Singkong	22
4.2 Pengaruh Variasi dan Dosis Kompos Terhadap Pertumbuhan dan Serapan N Tanaman Kedelai	25
4.2.1 Analisis F-Hitung Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai	25
4.2.2 Pengaruh Variasi dan Dosis Kompos Terhadap Volume Akar Tanaman Kedelai	26
4.2.3 Pengaruh Variasi dan Dosis Kompos Terhadap Bintil Akar Tanaman Kedelai	27
4.2.4 Pengaruh Variasi dan Dosis Kompos Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai.....	28
4.2.5 Pengaruh Variasi dan Dosis Kompos Terhadap Berat Basang Brangkasan Tanaman Kedelai	29
4.2.6 Pengaruh Variasi dan Dosis Kompos Terhadap Berat Kering Brangkasan Tanaman Kedelai	30
4.2.7 Pengaruh Variasi dan Dosis Kompos Terhadap Kadar N Tanaman Kedelai.....	32
4.2.8 Pengaruh Variasi dan Dosis Kompos Terhadap Serapan N Tanaman Kedelai	33
4.3. Pembahasan	34
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	42

5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN.....	51



DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 1.1	Produksi Tanaman Ubi kayu Provinsi Jawa Timur 2015 - 2017	2
Tabel 2.1	Kriteria Pupuk Organik Padat	7
Tabel 3.1	Alat Penelitian.....	16
Tabel 3.2	Bahan Penelitian.....	16
Tabel 3.3	Aplikasi Dosis Pupuk pada Tanaman Kedelai.....	18
Tabel 4.1	Hasil Analisis Pupuk Kompos	21
Tabel 4.2	Analisis Warna, Tekstur dan Aroma Kompos Kulit Singkong.....	23
Tabel 4.3	Rangkaian Nilai F-Hitung Variabel Pengamatan.....	25



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Limbah Kulit Singkong.....	9
Gambar 2.2	<i>Microbater Alfaafa</i> - 11	10
Gambar 2.3	M21 <i>Decomposer</i>	12
Gambar 4.1	Suhu Pengomposan Limbah Kulit Singkong Selama 42 Hari	22
Gambar 4.2	Pengaruh Variasi Dosis Pupuk Terhadap Volume Akar Tanaman Kedelai	26
Gambar 4.3	Pengaruh Variasi Dosis Pupuk Terhadap Jumlah Bintil Akar Tanaman Kedelai	27
Gambar 4.4	Pertumbuhan Tanaman Kedelai	28
Gambar 4.5	Pengaruh Variasi Dosis Pupuk Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai	29
Gambar 4.6	Pengaruh Variasi Dosis Pupuk Terhadap Berat Basah Bangkasan Tanaman Kedelai	30
Gambar 4.7	Pengaruh Variasi Dosis Pupuk Terhadap Berat Kering Bangkasan Tanaman Kedelai	31
Gambar 4.8	Pengaruh Variasi Dosis Pupuk Terhadap Kadar N Tanaman Kedelai	32
Gambar 4.9	Pengaruh Variasi Dosis Pupuk Terhadap Serapan N Tanaman Kedelai	33

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian.....	51
Lampiran 2. Data Pengamatan Suhu Setiap Minggu	54
Lampiran 3. Analisis Sidik Ragam ANOVA Menggunakan IBM SPSS 20.....	54
Lampiran 4. Analisis DMRT Tinggi Tanaman Kedelai dengan Taraf Kepercayaan 95%.....	56
Lampiran 5. Analisis DMRT Volume Akar Tanaman Kedelai dengan Taraf Kepercayaan 95%.....	57
Lampiran 6. Analisis DMRT Jumlah Bintil Akar Tanaman Kedelai dengan Taraf Kepercayaan 95%	58
Lampiran 7. Analisis DMRT Berat Basah Brangkasan Tanaman Kedelai dengan Taraf Kepercayaan 95%	59
Lampiran 8. Analisis DMRT Berat Kering Brangkasan Tanaman Kedelai dengan Taraf Kepercayaan 95%	60
Lampiran 9. Analisis DMRT Kadar N Tanaman Kedelai dengan Taraf Kepercayaan 95%.....	61
Lampiran 10. Analisis DMRT Kadar N Tanaman Kedelai dengan Taraf Kepercayaan 95%.....	62

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian merupakan salah satu kegiatan produksi bahan pangan yang menghasilkan limbah. Limbah merupakan kasus pencemaran lingkungan yang dapat menimbulkan permasalahan lingkungan akibat berbagai kegiatan yang menyisakan unsur-unsur terbuang dan tidak dapat diurai secara langsung oleh lingkungan (Pramushinta dan yulian, 2020). Limbah dikelompokkan menjadi limbah organik yang mampu diuraikan secara alami dari sisa kotoran hewan, manusia maupun tumbuhan dan limbah anorganik yang sangat sulit diuraikan karena terbuat dari bahan-bahan sintesis.

Tidak adanya pengelolaan limbah merupakan salah satu penyebab terjadi pencemaran lingkungan atau kerusakan ekosistem. Penggunaan pupuk kimia merupakan salah satu penyebabnya karena dapat menurunkan kesuburan tanah, meningkatkan jumlah residu pada lingkungan sekitar apabila digunakan dalam jangka waktu yang lama. Harga pupuk kimia tergolong mahal, namun petani tetap membeli pupuk anorganik sehingga diperlukan biaya ekstra dalam melakukan suatu budidaya tanaman (Saragih dan Ardian, 2017). Susilo dan Sumarji (2018), menambahkan bahwa ketersediaan pupuk anorganik atau kimia sangat banyak beredar dipasaran dibandingkan pupuk organik. Kandungan unsur hara yang lebih tinggi dan hasil panen yang lebih bagus dibandingkan pupuk organik merupakan alasan petani untuk tetap menggunakan pupuk anorganik tersebut.

Pemakaian kembali pupuk organik berkualitas diharapkan dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia sehingga dapat meningkatkan produktifitas lahan yang berkelanjutan. Pupuk organik mampu membantu menggemburkan struktur tanah, pengembalian hara dalam tanah dan ramah lingkungan dan kompos merupakan salah satu contoh pupuk organik (Agus dkk., 2014). Pupuk kompos merupakan pupuk organik yang berasal dari bahan organik yang terdekomposisi oleh bantuan mikroorganisme. Keberhasilan pengomposan perlu dipahami, yang mana prinsip tersebut harus menurunkan C/N ratio bahan organik hingga atau sama dengan C/N

ratio tanah (< 20) sehingga unsur hara dalam kandungan kompos mampu diserap oleh tanaman. Semakin tinggi C/N ratio, maka proses pengomposan akan semakin lama (Indriani, 2011).

Bahan organik yang dapat dijadikan pupuk kompos adalah kulit singkong. Budidaya singkong menghasilkan limbah kulit singkong pada pengolahan setelah panen dan jarang dimanfaatkan oleh pengusaha singkong. Kurangnya pendidikan dalam pengelolaan limbah kulit singkong serta dianggap tidak memiliki nilai ekonomis merupakan salah satu alasan kulit singkong tersebut dibuang. Adapun data yang menunjukkan jumlah produksi singkong ditahun 2015-2017 menurut Badan pusat Statistka sebagai berikut:

Tabel 1.1 Produksi tanaman ubi kayu Provinsi Jawa Timur 2015-2017

Provinsi	Produksi Tanaman Ubi Kayu Jawa Timur (Ton)		
	2015	2016	2017
Jawa Timur	3.161.573	2.924.933	2.908.417

Sumber: BPS: Produksi Tanaman Ubi Kayu Jawa Timur (2017)

Berdasarkan data dari tahun 2015 hingga 2017, produksi singkong mengalami penurunan, namun data diatas menunjukkan bahwa produktifitas singkong masih tinggi. Konsumsi bahan makanan dari singkong tentu akan menghasilkan limbah kulit singkong, sehingga perlu dilakukan pengolahan limbah dalam bentuk pengomposan. Santoso (2012) menjelaskan, bahwa dari hasil uji laboratorium, kandungan kulit singkong memiliki kadar selulosa sebesar 57%, lignin sebesar 22%. Akanbi (2007) menambahkan, bahwa kulit singkong memiliki kadar karbon sebesar 59,31%, hydrogen 9,78%, nitrogen 2,06%, sulfur 0,11% dan air 11,4% sebagai unsur yang dibutuhkan oleh tanaman. Kandungan kadar selulosa dan lignin yang tinggi akan menyebabkan laju dekomposisi bahan organik menjadi kompos cukup lama, sehingga diperlukan bioaktivator untuk mempercepat waktu pengomposan.

Suwahyono (2014) mendefinisikan bioaktivator sebagai kumpulan mikroba yang telah dimurnikan dan memiliki fungsi menguraikan ikatan selulosa dan lignin sehingga proses dekomposisi bahan organik berjalan dengan cepat. Bioaktivator

juga dapat meningkatkan kualitas pupuk organik yang dihasilkan sehingga kebutuhan hara dalam tanah dapat tercukupi. Bioaktivator saat ini telah banyak diproduksi secara komersial. Contoh bioaktivator yang dapat digunakan adalah M-21 Dekomposer dan *MicrobacterAlfaafa-11* (MA-11). Kedua bioaktivator tersebut mampu mempercepat laju dekomposisi bahan organik dan juga memiliki kandungan bakteri *rhizobium* sp. yang akan membantu dalam meningkatkan kandungan N dalam kompos.

Bakteri *rhizobium* Sp. merupakan bakteri yang mampu bersimbiosis secara mutualisme dengan tanaman *legume*. Simbiosis mutualisme yang dilakukan adalah bakteri *Rhizobium* Sp. membutuhkan inang untuk tumbuh dan berkembang biak sedangkan tanaman mendapatkan nitrogen akibat aktivitas rhizobium yang bertugas memfiksasi nitrogen bebas yang ada di udara sehingga dapat digunakan oleh pertumbuhan tanaman. jenis tanaman legume yang dapat bersimbiosis dengan bakteri tersebut salah satunya tanaman kedelai (Prasetyani, 2021). Berdasarkan penjelasan latar belakang diatas, maka penting untuk mengetahui pengujian bioaktivator dengan kandungan bakteri *Rhizobium* sp. terhadap kualitas kompos kulit singkong dan pengaruhnya terhadap fiksasi nitrogen terhadap pertumbuhan kedelai.

1.2 Rumusan Masalah

Melimpahnya limbah kulit singkong perlu dilakukan pengolahan menjadi suatu produk yang dapat dimanfaatkan yang salah satunya dapat diolah menjadi pupuk organik padat atau kompos, namun belum dikaji kualitas pupuk tersebut terhadap jenis bioaktivator komersial *Microbacter alfaafa* – 11 dan M21 *Decomposer* dengan kandungan bakteri *Rhizobium* Sp. di dalamnya serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan serapan N tanaman kedelai.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang akan dilakukan sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh perbedaan jenis bioaktivator yang digunakan terhadap kandungan hara N pupuk kompos yang dihasilkan.

2. Mengetahui penggunaan pupuk kompos singkong dari bioaktivator terbaik terhadap pertumbuhan dan serapan N tanaman kedelai.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan terhadap penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Bagi penulis, penelitian ini diharapkan mampu memberikan pengetahuan mengenai pemanfaatan limbah kulit singkong menjadi pupuk kompos melalui penggunaan jenis bioaktivator yang terbaik yang memenuhi persyaratan standar mutu yang telah ditetapkan oleh Keputusan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019.
2. Bagi petani, diharapkan mampu menjadikan hasil penelitian ini sebagai ilmu, informasi, maupun solusi terhadap pemanfaatan limbah kulit singkong yang tidak memiliki nilai ekonomis menjadi produk yang dapat dimanfaatkan kembali yaitu berupa pupuk kompos.
3. Dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut mengenai pengomposan berbahan dasar kulit singk

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pupuk Kompos

Pupuk kompos adalah pupuk yang berasal dari proses pengomposan bahan organik dengan bantuan mikroorganisme sehingga menghasilkan produk baru yang berguna bagi lingkungan. Sampah rumah tangga yang relatif banyak akibat sifat konsumtif manusia menjadikan alasan dilakukannya teknik pengomposan tersebut demi menjadi lingkungan sekitar lebih terjaga dan tidak tercemar oleh sampah hasil penggunaan manusia (Suwanti dan Widyaningrum, 2017). Bahan organik lain yang dapat digunakan antara lain berasal dari tumbuhan, kotoran hewan ternak dan urin hewan ternak.

Pengomposan merupakan sebuah proses dekomposisi bahan organik yang dilakukan oleh mikroorganisme dalam keadaan lingkungan yang terkontrol untuk menentukan hasil akhir dari kompos berupa sifat fisika dan kimia. Pengomposan bertujuan untuk mengaktifkan fungsi mikroba tanah dalam melakukan kegiatan dekomposisi bahan organik yang akan dikomposkan. Pengomposan juga bertujuan untuk menurunkan C/N ratio kompos yang awalnya memiliki nilai tinggi menjadi nilai yang lebih rendah atau sebanding dengan C/N ratio tanah sehingga hara yang terkandung dalam kompos sebagai hasil akhir dari pengomposan dapat dengan mudah diserap oleh tanaman pada saat diaplikasikan ke tanah (Chang *et al.*, 2021).

Pengomposan dilakukan melalui proses rekayasa dan diperkaya oleh bahan mineral serta mikroorganisme yang bermanfaat dalam meningkatkan kandungan hara, bahan organik tanah, serta memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Perbaikan secara fisik oleh aplikasi kompos menjadikan tanah gembur karena memiliki senyawa polisakarida yang bersifat partikel tanah sehingga aerasi dalam tanah dapat berjalan lancar dan proses fisiologi akar juga menjadi lancar. Perbaikan sifat kimia yang dihasilkan dapat berupa penambahan hara makro dan mikro secara lengkap meski dalam jumlah yang relatif kecil dibandingkan pupuk anorganik, namun apabila dilakukan penggunaan jangka panjang akan memberikan keuntungan berupa perbaikan tanah yang semula asam akibat pupuk anorganik. Secara biologis, mikroba dalam tanah terus meningkat akibat proses dekomposisi

yang terus berlanjut sehingga akan meningkatkan hasil tanaman (Setyorini dkk., 2016).

Adapun standar pembuatan pupuk kompos atau pupuk organik padat dapat dilihat sesuai Keputusan Menteri Pertanian 2019 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Kriteria Pupuk Organik Padat

PARAMETER	SATUAN	STANDAR MUTU	
		MURNI	DIPERKAYA MIKROBA
C – Organik	%	Minimum 15	Minimum 15
C/N	-	≤ 25	≤ 25
Kadar Air	% (w/w)	8 – 20	10 -25
Hara Makro (N + P ₂ O ₅ + K ₂ O)	%	Minimum 2	Minimum 2
Hara Mikro			
Fe total	ppm	Maksimum 15000	Maksimum 15000
Fe Tersedia	ppm	Maksimum 500	Maksimum 500
Zn	ppm	Maksimum 5000	Maksimum 5000
pH	-	4 – 9	4 – 9
<i>E coli</i>	cfu/g atau MPN/g	< 1 x 10 ²	< 1 x 10 ²
<i>Salmonella sp.</i>	cfu/g atau MPN/g	< 1 x 10 ²	< 1 x 10 ²
Mikroba fungsional **	cfu/g	-	≥ 1 x 10 ⁵
Logam Berat			
As	ppm	Maksimum 10	Maksimum 10
Hg	ppm	Maksimum 1	Maksimum 1
Pb	ppm	Maksimum 50	Maksimum 50
Cd	ppm	Maksimum 2	Maksimum 2
Cr	ppm	Maksimum 180	Maksimum 180
Ni	ppm	Maksimum 50	Maksimum 50
Ukuran Butir 2 - 4,75 mm ***	cfu/g	Minimum 75	Minimum 75
Bahan Ikutan (Plastik, kerikil)	kaca, %	2	2
Unsur Lain ****			
Na	ppm	Maksimum 2000	Maksimum 2000
Cl	ppm	Maksimum 2000	Maksimum 2000

Keputusan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019

Pengomposan dapat dilakukan dengan waktu yang lebih efisien apabila ditambahkan mikroorganisme yang dapat membantu proses dekomposisi bahan organik. Mikroorganisme yang ditambahkan akan aktif pada suhu-suhu tertentu dalam melakukan perombakan dan bertahan pada kondisi suhu rendah maupun tinggi (Liu *et al.*, 2020). Siswati dkk. (2009) menambahkan, bahwa mikroorganisme dibagi menjadi dua bagian berdasarkan temperatur pengomposannya yaitu pengomposan *mesophilic* yang merupakan pengomposan dengan mikroorganisme yang hidup atau mampu bekerja pada temperatur 15 – 40°C dan pengomposan *termophilic* merupakan mikroorganisme yang hidup atau mampu bekerja pada temperatur 45 - 65°C.

Kadar air juga berpengaruh pada proses pengomposan. Yuanita dkk. (2020) menjelaskan bahwa rekomendasi kadar air yang digunakan saat awal pengomposan sebanyak 30% yang dicirikan dengan bahan terasa basah bila dikepal dan tidak keluar air dari sela-sela jari saat campuran bahan dan air diremas. Bahan kompos akan tetap menggumpal apabila dikepal. Ukuran bahan pengomposan juga merupakan salah satu faktor dalam mempercepat waktu pengomposan karena mempengaruhi laju aliran udara atau aerasi. Bau yang tidak sedap akan muncul apabila aerasi terhambat. Selain itu kecilnya ukuran bahan merupakan salah satu akses yang memudahkan mikroorganisme merombak bahan pengomposan berdasarkan enzim yang dia miliki. Kinerja proses pengomposan akan dievaluasi dengan mengukur kandungan karbon dan nitrogen yang biasa disebut dengan C/N ratio. Transformasi karbon dan nitrogen ada pada suhu 55°C pada kompos (Qdais *et al.*, 2014). Yuanita dkk. (2020) memaparkan, bahwa pengomposan akan berakhir atau sudah matang apabila sudah memenuhi indikator tertentu seperti warna kehitaman, baunya seperti bau tanah, tekstur remah, temperatur normal seperti suhu ruangan dan volume menyusut hingga setengah dari volume awal bahan yang dikomposkan.

2.2 Kulit Singkong

Kulit singkong merupakan hasil limbah organik yang berasal dari pengolahan singkong. Kulit singkong diperoleh dari proses pengupasan singkong, yang pada

umumnya pemanfaatan singkong hanya terbatas pada daging singkong yang dihasilkan. Nurlaili dkk. (2013), menjelaskan bahwa kulit singkong mengandung nutrisi antara lain bahan kering 17,45%, protein 8,11% serat kasar 15,20%, lemak kasar 1,29%, kalsium 0,63% dan fosfor 0,22%. Santoso (2012) menambahkan, berdasarkan hasil uji laboratorium, kandungan kulit singkong memiliki kadar selulosa sebesar 57% serta lignin sebesar 22%. Akanbi (2007) juga menjelaskan bahwa kulit singkong memiliki kadar karbon sebesar 59,31%, hydrogen 9,78%, nitrogen 2,06%, sulfur 0,11% dan air 11,4% sebagai unsur yang dibutuhkan oleh tanaman.



Gambar 2.1 Limbah kulit singkong

Kulit singkong memiliki potensi dalam pemanfaatannya untuk dijadikan pupuk kompos, melihat kandungan-kandungan unsur hara dan nutrisi yang baik untuk tanaman. Penelitian tentang pengomposan kulit singkong sudah pernah dilakukan. Penelitian tersebut menggunakan aktivator tricholant dan kotoran ayam. Hasil yang diberikan terhadap perolehan kandungan unsur hara pengomposan kulit singkong tersebut antara lain N (0,81%), P (0,134%), K (0,235%), C/N (19,2%), BO (30,75%) dan pH sebesar 7. Kandungan hara tersebut sudah memenuhi standar kualitas pupuk SNI 19-7030-2004 dengan nilai N, P, K, C/N, BO dan pH berturut-turut sebagai berikut: 0,40%; 0,10%; 0,20%; ≤ 25 ; 0,20% dan pH 4-9 (Yuanita dkk., 2020).

2.3 *Microbacter Alfaafa-11*

Microbacter Alfaafa-11 (MA-11) merupakan super dekomposer yang mampu merombak rantai organik dengan cepat serta mengembalikan kesehatan dan kegemburan tanah (Suryanti dan Santiasa, 2020). MA-11 tersusun dari bakteri *Rhizobium* sp. yang dipadukan dengan bakteri yang diambil dari rumen sapi. Bakteri yang terkandung dalam rumen sapi terdiri bakteri selulolitik, proteolitik dan amilolitik. Bakteri-bakteri tersebut bertugas untuk merombak selulosa agar mudah dikonsumsi oleh bakteri *Rhizobium* sp. yang memiliki fungsi sebagai pengikat nitrogen bebas (Herlika dkk., 2020).



Gambar 2.2 *Microbacter Alfaafa-11*

Adapun Bakteri yang terdapat pada rumen sapi memiliki fungsi sebagai berikut:

1. Bakteri selulolitik.

Bakteri ini menghasilkan enzim selulosa yang dapat menghidrolisis ikatan β 1,4 – glukosida. Bakteri ini juga mampu menghidrolisis hemiselulosa. Keuntungan dari bakteri selulolitik adalah energi (ATP) yang dihasilkan tidak banyak sehingga dapat dimanfaatkan oleh bakteri yang menghasilkannya. Contoh bakteri selulolitik antara lain *Ruminococcus flavefaciens*, *Ruminococcus albus*, *Bacteroides succinogenes*, *Cellobacterium cellulosolvent*, *Cutyrovibrio fibrisolvent* dan *Clostridium lockheadii* (Chujaemi dkk., 2021).

2. Bakteri proteolitik.

Bakteri ini berfungsi dalam merombak protein menjadi asam amino dalam bentuk nitrogen yang dapat digunakan oleh tumbuhan sebagai nutrisi penting bagi proses pertumbuhan (Hutabarat dkk., 2014). Jumlah bakteri proteolitik kurang lebih 30 dari total bakteri dalam rumen. Contoh bakteri proteolitik antara lain *Clostridium sporogenes*, *Selemonas* sp., *Butyrivibrio* sp., dan *Bacteroides* sp. (Chuzaeami dkk., 2021).

3. Bakteri amilolitik.

Bakteri ini berfungsi mendegradasi pati yang terdapat pada penyusun kompos menjadi monomer glukosa (Rinawati dkk., 2016). Monomer glukosa yang telah dirombak kemudian dikonsumsi oleh bakteri *Rhizobium* sp. yang terdapat pada MA-11 untuk beraktifitas mengikat nitrogen bebas (Kurniawan dkk., 2014). Contoh bakteri amilolitik antara lain *Sterptococcus bovis*, *Bacteroides amylophylus*, *Bacteroides ruminicolas* dan *Selenomonas ruminatium* (Chuzaeami dkk., 2021).

Penambahan *Microbacter Alfaafa-11* (MA-11) mampu mempercepat proses dekomposisi bahan organik dikarenakan kandungan bakteri *Rhizobium* sp. bekerja secara optimal. Sesuai dengan penelitian Kurniawan dkk. (2014), perlakuan terbaik pada pengomposan kulit dan jerami nangka yang dikombinasikan dengan kotoran kelinci diperoleh pada penambahan konsentrasi MA-11 sebanyak 50% v/b dan penambahan urea sebanyak 0,9% b/b yang difermentasikan selama 7 hari. Nilai dari parameter unsur N, P, K, C-organik dan C/N ratio antara lain sebesar 2,55%, 0,61%, 0,83%, 25,91% dan 10,51%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kandungan unsur hara yang diperoleh telah sesuai dan memenuhi standar SNI-19-7030-2004.

2.4 M21 Decomposer

M21 *Decomposer* merupakan starter komersial yang mengandung mikroba seperti *Actinomycetes*, *Pseudomonas* sp., *Lactobacillus* sp., *Trichoderma* sp., *Acetobacter* sp. dan *Rhizobium* sp. Mikroba tersebut berfungsi untuk mempercepat dan meningkatkan proses fermentasi karena menghasilkan enzim yang mampu mendegradasi lignin dan selulosa, serta bersifat antagonis terhadap beberapa jenis jamur akar.



Gambar 2.3 M21 *Decomposer*

Masing-masing mikroorganisme yang terkandung dalam bioaktivator M21 *Decomposer* dapat diuraikan sebagai berikut :

1. *Actinomycetes*.

Bakteri *Actinomycetes* merupakan golongan bakteri gram positif yang berperan dalam mengubah asam amino menjadi antibiotik dan menekan pertumbuhan mikroorganisme berbahaya serta menciptakan kondisi lingkungan yang baik untuk perkembangan mikroorganisme lain. *Actinomycetes* dapat hidup pada kondisi lingkungan dengan pH dan suhu optimum 7-9 dan 20-37°C (Nurkanto dan Andria, 2015). *Actinomycetes* memiliki bentuk koloni yang bermacam-macam, yaitu berakar, tidak beraturan, dan bulat. Berwarna putih hingga abu-abu dan bersifat fakultatif aerob (Armaida dan Siti, 2016).

2. *Pseudomonas* sp.

Bakteri *Pseudomonas* sp. merupakan bakteri gram negatif dan bersifat aerob. *Pseudomonas* sp. memiliki bentuk batang dan bermotil positif karena terdapat flagella. Kondisi lingkungan yang mendukung untuk pertumbuhan bakteri *Pseudomonas* sp. secara optimum yaitu pada suhu 20-40°C dengan pH 5-9 (Suyono dan Farid, 2011). Hasil penelitian Parmar dan Sindhu, (2013) melaporkan bahwa

Pseudomonas merupakan mikroba yang mampu melarutkan K dari bentuk yang tidak tersedia ke bentuk yang tersedia.

3. *Lactobacillus* sp.

Bakteri *Lactobacillus* sp. berperan dalam memproduksi asam laktat yang digunakan untuk mengurai gula dan karbohidrat serta sebagai bahan sterilisasi untuk menekan mikroorganisme berbahaya. *Lactobacillus* sp. merupakan bakteri gram positif yang memiliki bentuk batang dan berwarna krem (Wardinal dkk., 2019). *Lactobacillus* sp. merupakan bakteri anaerob dan dapat hidup dengan optimum pada pH 6,8 dengan suhu 30°C (Pramono dkk., 2003).

4. *Trichoderma* sp.

Jamur *Trichoderma* sp. termasuk ke dalam genus Ascomycetes yang dapat hidup di kondisi aerob maupun anaerob. *Trichoderma* sp. dapat tumbuh dengan optimum dalam lingkungan dengan nilai pH 4,6–6,8 (Hindersah dkk., 2015) serta dengan kondisi suhu optimum 25-30°C (Zulaika dkk., 2017). *Trichoderma* sp. termasuk jamur yang memiliki konidiovor dan bercabang banyak, serta berphialid tunggal ataupun bergerombol. Bentuk *Trichoderma* sp. yaitu bulat atau globuse dan memiliki hifa yang berwarna hijau. *Trichoderma* sp. berperan dalam pengendali patogen karena menghasilkan enzim *chitinase*, selain itu *Trichoderma* sp. juga berperan dalam mendegradasi bahan organik serta dapat memacu pertumbuhan tanaman.

5. *Acetobacter* sp.

Bakteri *Acetobacter* sp. merupakan bakteri gram negatif dan bersifat aerob. *Acetobacter* sp. berperan dalam mendegradasi gula (sukrosa) menjadi glukosa dan selulosa. *Acetobacter* sp. dapat tumbuh dengan optimum pada lingkungan yang memiliki nilai pH 3,5–7,5 dan suhu 30°C (Malvianie dkk., 2014). Bakteri *Acetobacter* sp. memiliki bentuk basil dengan permukaan yang halus serta tepian yang berlekuk hingga rata dan berwarna krem hingga krem pekat. *Acetobacter* sp. dapat bersifat motil maupun non motil (Abubakar dkk., 2020).

6. *Rhizobium* sp.

Bakteri *Rhizobium* sp. merupakan bakteri gram negatif dan bersifat aerob. *Rhizobium* sp. berbentuk batang atau basil dengan ukuran sel $0,42 \pm 0,19 \mu\text{m}$ –

1,075 ± 0,425 µm dan lebar 0,25 ± 0,03 µm – 0,6 ± 0,15 µm. *Rhizobium* sp. memiliki koloni dengan warna putih hingga putih kekuningan dengan tepian rata serta permukaan cembung (Pamungkas dan Mokhamad, 2018). *Rhizobium* sp. dapat tumbuh dengan optimum pada lingkungan dengan pH 6-7 dan suhu 25-30°C (Sari dan Retno, 2015). *Rhizobium* sp. berperan dalam mensintesis nitrogen yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman.

Penggunaan M21 *Decomposer* dapat mengoptimalkan proses fermentasi dengan kemampuan mendegradasi lignin dan selulosa yang lebih cepat. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Fitria dan Dewi (2019) bahwa perlakuan dengan penambahan M21 *Decomposer* sebanyak 0,06% mampu menghasilkan amofer jaggel jagung yang lebih lunak dibandingkan dengan perlakuan penambahan M21 *Decomposer* sebanyak 0,02% dan 0,04% yang difermentasikan selama 3 minggu.

2.5 Bakteri *Rhizobium*

Bakteri *Rhizobium* adalah bakteri yang mampu melakukan simbiosis dengan tanaman leguminosa. *Rhizobium* memiliki kemampuan dalam memfiksasi nitrogen dari udara sehingga dapat meningkatkan penyerapan nitrogen dan hasil biji (Purwaningsih dkk, 2012). Bakteri *Rhizobium* dapat tumbuh optimum pada temperatur 25- 30°C, pH 6-7 (kecuali pada galur galur dari tanah masam). Bakteri *Rhizobium* Sp. memiliki sifat kemoorganotropik yang berarti dapat menggunakan berbagai karbohidrat dan garam garam asam organik sebagai sumber karbonnya. Secara makroskopis, bakteri *Rhizobium* memiliki karakteristik yakni memiliki koloni berwarna putih susu, tidak transparan, koloni berbentuk sirkuler, bagian tepi koloni rata, bertekstur lengket, semitranslusen, memiliki diameter 2-4 mm. Sedangkan secara mikroskopis bakteri *Rhizobium* memiliki sel bakteri berbentuk batang, aerobik, termasuk dalam bakteri gram negatif dengan ukuran 0,5- 0,9 x 1,2- 3 µm, memiliki flagela polar atau subpolar (Dini dkk, 2020).

Salah satu jenis tanaman legum yang mampu bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium* adalah tanaman kedelai. Inokulasi *Rhizobium* dapat dilakukan dengan dua cara yaitu inokulasi pada tanah dan inokulasi benih. Inokulasi benih dilakukan

dengan mencampur benih dengan inokulan hingga inokulan menyelimuti seluruh permukaan benih. Proses infeksi *Rhizobium* diawali ketika tanaman memberikan sinyal berupa flavonoid dan glikoprotein. Bakteri *Rhizobium* selanjutnya merespon dengan memberikan sinyal meliputi lipochitin oligosakarida (LCOS) sehingga memicu rambut akar untuk mendekat dan memicu proses infeksi. Setelah menginfeksi rambut akar, selanjutnya bakteri *Rhizobium* membelah dan menggandakan diri sehingga akar mengalami pembengkakan dan terbentuklah bintil akar (Sari dan Prayudyaningsih, 2015).

Menurut Purwaningsih (2015) menjelaskan bahwa manfaat bakteri *Rhizobium* pada tanaman kedelai yakni sebagai penambat nitrogen (N) yang ada di udara menjadi ammonia (NH_3) yang diubah menjadi asam amino yang selanjutnya menjadi senyawa nitrogen, sehingga dapat membantu dalam pertumbuhan dan meningkatkan hasil tanaman. Kemudian sebaliknya bakteri *Rhizobium* memperoleh karbohidrat, protein dan oksigen dari tanaman inang untuk berkembangbiak (Aminu et al, 2015). *Rhizobium* mampu menyediakan sebanyak 40% - 70% nitrogen yang dibutuhkan tanaman kedelai (Yutono, 1985).

2.6 Tanaman Kedelai

Kedelai dikenal dengan beberapa nama, yaitu *Glycine soja* atau *Soja max*. Tahun 1984 disepakati bahwa nama botani yang digunakan dalam istilah ilmiah yaitu *Glycine max* (L.) Merril. Klasifikasi tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) menurut Aidah (2020) sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Fabales
Famili : Fabaceae
Genus : *Glycine*
Spesies : *Glycine max* L.

Tanaman kedelai termasuk tanaman berakar tunggang dan mampu bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium*. Kedelai memiliki bentuk daun oval dan

lancip dengan tangkai daun sepanjang 1-2 cm dan termasuk dalam daun majemuk karena terdapat 3 daun dalam satu tangkai. Batang tanaman kedelai tidak berkayu, berjenis perdu, berbulu, berbentuk bulat, berwarna hijau, dan bercabang (Adie dan Krisnawati, 2007).

Tanaman kedelai dapat tumbuh pada ketinggian 0 – 900 mdpl dengan penyinaran penuh minimal 10 jam sehari. Tanaman kedelai dapat tumbuh optimal pada suhu tanah sekitar 24,20 – 32,80C (Taufik dan Sundari, 2012). Tanaman kedelai memerlukan suhu udara yang tinggi dan kelembaban yang rendah. Kelembaban yang tinggi dapat menyebabkan tanaman kedelai lebih mudah terserang OPT dikarenakan kondisi tersebut cocok untuk tempat berkembangbiak OPT. Tanaman kedelai memiliki daya adaptasi yang cukup luas terhadap berbagai jenis tanah. Salah satu varietas kedelai yang memiliki daya adaptasi yang baik yaitu varietas Anjasmoro (Ashari dkk, 2020).

Tanaman kedelai memiliki 2 fase pertumbuhan yaitu fase vegetatif dan generatif. Fase vegetatif tanaman kedelai yaitu mulai dari tanaman muncul dari dalam tanah dan kotiledon belum membuka dan berakhir sebelum proses pembungaan. Fase generatif dimulai dari pembentukan bunga hingga polong sudah masak penuh dan siap panen. Fase generatif pada tanaman kedelai bermacam-macam tergantung pada varietas kedelai yang ditanam. Varietas Anjasmoro yang akan digunakan pada penelitian ini akan mengalami pembungaan sekitar umur 35-39 hst yang berwarna ungu. Varietas ini memiliki ciri warna polong tua berwarna coklat dan memiliki daya hasil sebanyak 2,03 t/ha – 2,25 t/ha (Balitkabi, 2016).

2.7 Hipotesis

1. Penggunaan dua jenis bioaktivator pada pupuk kompos kulit singkong berpengaruh terhadap kualitas kandungan hara N.
2. Penggunaan dua jenis bioaktivator pada pupuk kompos kulit singkong berpengaruh terhadap pertumbuhan dan serapan N tanaman kedelai.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di *green house* dan Laboratorium Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember pada bulan November 2022 – Selesai.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini disajikan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 3.1 Alat penelitian

No.	Nama Alat	Spesifikasi	Fungsi
1.	Timbangan digital	Ketelitian 0,1 gram	Menimbang kulit singkong
2.	Pisau	Berbahan <i>stainless steel</i>	Memotong kulit singkong
3.	Gelas ukur	Berbahan plastik kapasitas 1,5 l	Mengukur konsentrasi bio-aktivator
4.	Telenan	Berbahan kayu	Media memotong kulit singkong
5.	Karung Beras	Berbahan plastik	Wadah pengomposan
6.	Tali rafia	Tali yang terbuat dari bahan plastik	Mengikat wadah pengomposan supaya terjadi pengomposan secara anaerob
7.	Polibag	Ukurab 40 x 20 cm	Wadah media tanam

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian disajikan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel. 3.2 Bahan penelitian

No.	Nama Bahan	Spesifikasi	Fungsi
1.	Kulit singkong	Limbah hasil kupasan umbi singkong	Objek yang akan diteliti
2.	Microbacter Alfaafa-11	Kandungan bakteri berupa <i>Rhizobium sp.</i> dan perpaduan bakteri rumen sapi	Perlakuan pada penelitian
3.	M21 Decomposer	Kandungan bakteri berupa <i>Actinomycetes</i> ,	Perlakuan pada penelitian

		Pesudomonas sp., Lactobacillus sp., Trichoderma sp., Acetobacter sp. dan Rhizobium sp.	
4.	Molase	Limbah hasil produksi gula (tetes)	Sumber energi mikro-organisme dalam proses pengomposan
5.	Air	Air jernih	Bahan pelarut perlakuan
6.	Benih kedelai	Varietas Anjasmoro	Objek simbiosis kualitas kompos

3.3 Persiapan Penelitian

3.3.1 Pembuatan Pupuk Kompos Kulit Singkong

Tahapan pembuatan kompos kulit singkong dengan variasi dua bioaktivator dilakukan dengan sistem semi-anaerob sebagai berikut.

1. Menyiapkan dua karung sebagai wadah pengomposan.
2. Menghaluskan limbah kulit singkong dengan menggunakan *chopper* sebanyak masing-masing 10 kg.
3. Membuat larutan pertama dengan menambah bioaktivator MA-11 sebanyak 20 ml (Herlika, 2020) dan gula merah 20 gram lalu menambahkan air hingga larutan mencapai 1 liter untuk perlakuan B1.
4. Membuat larutan kedua dengan menambah bioaktivator M21 *Decomposer* sebanyak 20 ml dan gula merah 20 gram lalu menambahkan air hingga larutan mencapai 1 liter untuk perlakuan B2.
5. Mencampurkan larutan pertama pada kulit singkong yang sudah dihaluskan pada wadah pencampuran sebagai perlakuan pertama (B1), hal serupa dilakukan pada perlakuan kedua (B2).
6. Mengaduk setiap larutan hingga merata pada setiap perlakuan dan memasukkan masing-masing perlakuan pada wadah pengomposan.
7. Menutup rapat setiap perlakuan menggunakan tali.
8. Melakukan fermentasi selama 42 hari dan melakukan pengadukan setiap 3 hari sekali untuk mengecek kadar air kompos serta melakukan pengukuran suhu setiap seminggu sekali.
9. Melakukan pemanenan setelah 42 hari.

Setelah melakukan pemanenan, maka dilanjutkan dengan menganalisis kandungan hara kompos terutama unsur N yang dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.

3.4 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang dilakukan untuk menguji kualitas pupuk kompos terhadap pertumbuhan dan serapan N tanaman kedelai menggunakan Rancangan Acak Lengkap non-faktorial. Terdapat 6 perlakuan dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali sehingga terdapat 24 unit percobaan dengan perlakuan yang dapat dilihat pada tabel 3.3 sebagai berikut

Tabel 3.3 Aplikasi dosis pupuk pada tanaman kedelai

Perlakuan	Dosis Pupuk
A0	Tanpa kompos (kontrol negatif)
A1	Kompos M1 160 g/polibag (20ton/ha)
A2	Kompos M1 200 g/polibag (25ton//ha)
A3	Kompos M2 160 g/ polibag (20ton/ha)
A4	Kompos M2 200 g/ polibag (25ton/ha)
A5	Urea 0,4 g/polibag sebagai kontrol positif (50kg/ha)

3.4.1 Aplikasi pupuk pada tanaman kedelai

Aplikasi pupuk kompos dengan variasi bioaktivator pada tanaman kedelai dilakukan melalui tahapan sebagai berikut.

1. Persiapan Media Tanam

Persiapan media tanam dimulai dengan mengambil tanah sedalam 5-20 cm dari atas permukaan tanah, lalu diayak dan dikering anginkan. Tanah ditimbang sebanyak 5 kg/polibag dan dicampur dengan kompos sesuai perlakuan. Terdapat perlakuan tanpa pemberian pupuk untuk kontrol negatif dan pemberian pupuk urea yang bertujuan menjadi kontrol positif untuk membandingkan hasil pertumbuhan tanaman kedelai terhadap pemberian jenis dan dosis kompos kulit singkong.

2. Seleksi Benih

Seleksi benih dilakukan dengan merendam benih menggunakan air hangat 4-6 jam. Benih yang tenggelam adalah benih yang akan digunakan dalam uji kompos.

3. Penanaman Kedelai

Penanaman benih kedelai dilakukan dengan memasukkan 3 benih/polibag pada setiap pelakuan dengan jarak antar polibag 25x 25 cm. Pemilihan bibit terbaik dalam 1 polibag dilakukan pada usia tanaman kedelai 7 hst.

4. Pemeliharaan

Melakukan perawatan dengan menyiram tanaman kedelai setiap hari. Penyiangan gulma juga dilakukan setiap 7 hari sekali dengan cara mencabut gulma pada sekitar media tanam.

5. Pemanenan

Pemanenan tanaman kedelai dilakukan pada 35 hst yang kemudian dilakukan analisis pertumbuhan tanaman kedelai, kemudian untuk pengukuran kadar N tanaman dilakukan di di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember

3.5 Variabel Pengamatan

3.5.1 Analisis Kualitas Kandungan Hara N kompos Kulit Singkong

Hasil pembuatan pupuk kulit singkong menggunakan bioaktivator MA-11 dan M21 *Decomposer* akan diuji kualitas masing-masing kandungan haranya di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember. Kualitas kompos yang akan dianalisis meliputi sifat kimia yaitu C-Organik, sifat fisik yang meliputi warna tekstur dan aroma, serta kandungan hara N, P, K dan C/N ratio.

3.5.2 Analisis Variabel Pengamatan Pertumbuhan dan Serapan N Tanaman Kedelai

1. Volume Akar (ml)

Pengukuran volume akar dilakukan dengan cara memasukkan akar setiap tanaman yang telah dibersihkan ke dalam gelas ukur yang berisi air. besarnya volume akar ditentukan dengan pertambahan volume air dalam gelas ukur setelah akar tanaman dimasukkan.

2. Jumlah Bintil Akar (buah)

Penghitungan jumlah bintil akar dilakukakan dengan cara menghitung total bintil akar keseluruhan setiap tanaman.

3. Tinggi Tanaman (cm)

Tinggi tanaman diukur dari pangkal batang hingga titik tumbuh tanaman menggunakan penggaris dan dilakukan setiap minggu dari minggu pertama hingga minggu kelima (35hst).

4. Berat Basah Brangkas (gram)

Pengamatan bertujuan untuk mengetahui kandungan air dan fotosintat dalam tanaman dengan cara menimbang seluruh bagian tanaman yang baru diambil dari media tanam yang telah dibersihkan dari kotoran yang menempel.

5. Berat Kering Brangkas (gram)

Pengamatan bertujuan untuk mengetahui kandungan air dan fotosintat dalam tanaman dengan mengoven brangkas pada suhu 75°C selama 48 jam yang dilakukan di Laboratorium Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.

6. Kadar N Tanaman (%)

Perhitungan kadar nitrogen jaringan bertujuan untuk mengetahui serapan unsur hara nitrogen pada tanaman. Perhitungan N jaringan dilakukan dengan mengambil sampel daun pada fase akhir vegetatif kemudian di analisis di Laboratorium Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember menggunakan metode N-Kedhjal.

7. Serapan N Tanaman (gram/tanaman)

Penghitungan serapan N tanaman menggunakan rumus:

$$\text{kadar N-tanaman} \times \text{berat kering brangkas}$$

3.6 Analisis data

Data dianalisis secara statistik menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dan uji lanjut apabila terdapat pengaruh yang nyata menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) dengan taraf kepercayaan 95%.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisis Kualitas Pupuk Kompos

4.1.1 Hasil Analisis Kandungan Kompos Kulit Singkong

Hasil analisis pupuk kompos kulit singkong akan disajikan pada tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Hasil analisis pupuk kompos

Parameter	Satuan	Standar mutu*)	Hasil Analisa Kompos	
			Akt. MA-11	Akt. M21
C-Organik	%	≥ 15	28,71	26,19
N + P ₂ O ₅ + K ₂ O	%	≥ 2	0,65 + 0,36 + 0,25 = 1,26	1,13 + 0,53 + 0,13 = 1,79
C/N Ratio	-	≤ 25	44,17	23,18
pH	-	4 - 9	6,2	6,6

*) Standar mutu kompos berdasarkan Kepmentan No 261/KPTS/SR.310/M/4/2019

Hasil analisis (Tabel 4.1) pengomposan kulit singkong selama 42 hari menggunakan aktivator MA-11 dan M21 *Decomposer* menunjukkan kandungan N total belum memenuhi syarat jika dibandingkan dengan standar mutu Kepmentan No. 261 tahun 2019 pada parameter N + P₂O₅ + K₂O. Standar mutu minimum yang diberikan sebesar 2%, sedangkan hasil analisis menunjukkan nilai sebesar 1,26% (B1) dan 1,79% (B2). Secara umum, hasil pengomposan kulit singkong yang mendekati kriteria Kepmentan No. 261 tahun 2019 terdapat pada kompos kulit singkong dengan aktivator M21 *Decomposer*, karena memiliki nilai N + P₂O₅ + K₂O mendekati 2%, C-organik diatas 15%, C/N ratio dibawah 25 dan memiliki pH yang netral.

Rendahnya kandungan unsur hara pada pengomposan kulit singkong disebabkan oleh kandungan bahan yang ada pada bahan pengomposan. Menurut Santoso (2012), berdasarkan hasil uji laboratorium, kandungan kulit singkong memiliki kadar selulosa sebesar 57% serta lignin sebesar 22%. Akanbi (2007) menambahkan, bahwa kulit singkong memiliki kadar karbon sebesar 59,31%, nitrogen 2,06%. Hasil analisis N-total yang menunjukkan presentase yang rendah diduga akibat kandungan N kompos belum terurai sempurna dalam bentuk N-

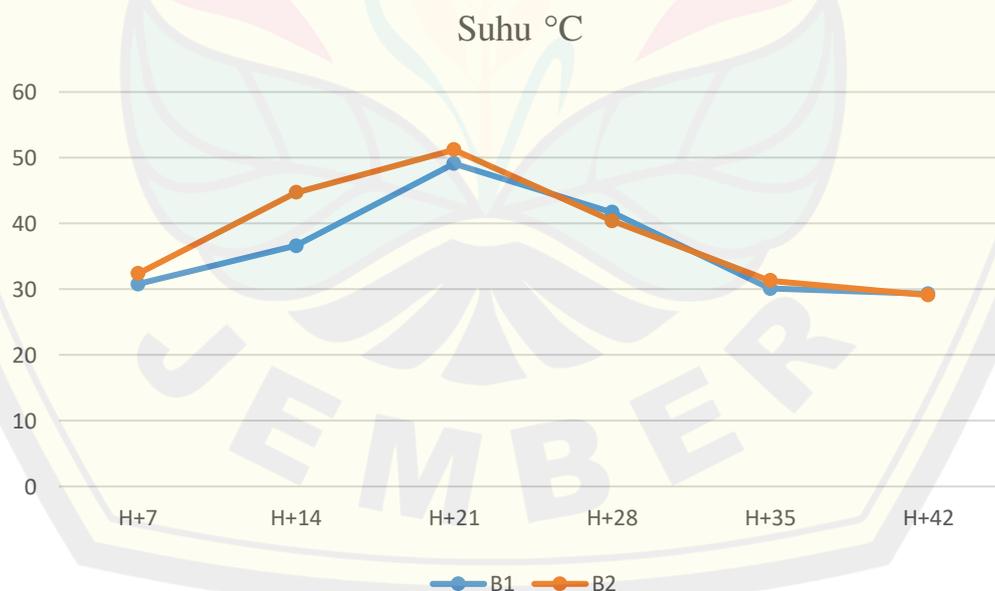
tanaman. Prinsip N-total pada bahan pengomposan terjadi dikarenakan adanya proses dekomposisi bahan organik oleh mikroba yang akan menghasilkan amonia dan nitrogen. Semakin lama proses dekomposisi maka akan semakin tinggi nilai nitrogennya (Sari dkk., 2020).

Hasil analisis (Tabel 4.1) menunjukkan nilai 44,17 pada kompos B1 dan 23,18 pada kompos B2. Kompos B1 belum memenuhi kriteria pada standar mutu C/N rasio. Standar mutu Kementan 2019 menyebutkan bahwa maksimal nilai C/N rasio pada kompos adalah 25 C/N rasio akan mempengaruhi ketersediaan unsur hara. C/N rasio berbanding terbalik dengan ketersediaan unsur hara, artinya bila C/N rasio tinggi maka kandungan unsur hara sedikit tersedia untuk tanaman, sedangkan jika C/N rasio rendah maka ketersediaan unsur hara tinggi dan tanaman dapat memenuhi kebutuhan hidupnya (Surtinah, 2013).

4.1.2 Hasil Analisis Sifat Fisik Kompos Kulit Singkong

1. Suhu

Pengamatan suhu kompos dilakukan setiap seminggu sekali selama 42 hari (minggu ke-6). Hasil pengukuran suhu dapat dilihat pada tabel gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4.1 Suhu pengomposan limbah kulit singkong selama 42 hari

B1 (Kompos kulit singkong dengan bioaktivator MA-11); B2 (Kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer*)

Hasil pengukuran suhu (Gambar 4.1) menunjukkan hasil suhu yang fluktuatif pada H+7 hingga H+42 pada masing-masing kompos. Pengamatan suhu pada H+7 menunjukkan nilai sebesar 30,8°C pada B1 dan 32,4°C pada B2. Kenaikan suhu terjadi pada H+14 dengan suhu masing-masing sebesar 36,6°C pada B1 dan 44,7°C pada B2. Suhu tertinggi pada masing-masing kompos terjadi pada H+21 dengan suhu 49,1°C pada B1 dan 51,2°C. Suhu mulai menurun pada H+28 dan menunjukkan angka sebesar 41,7°C pada B1 dan 40,4°C pada B2. Data suhu dari H+28 mengalami penurunan terus menerus hingga akhir proses pengomposan yang mana pada H+35 menunjukkan suhu sebesar 30,1°C pada B1 dan 31,3°C pada B2. Akhir proses pengomposan (H+42) menunjukkan suhu sebesar 29,3°C pada B1 dan 29,1°C pada B2.

Hasil pengamatan dari grafik (gambar 4.1) menunjukkan kenaikan suhu hingga lebih dari 45°C, yang mana hal tersebut masuk ke dalam fase termofilik. Menurut Siagian dkk. (2021), fase termofilik merupakan fase dimana terjadi dekomposisi bahan organik hingga suhu melebihi 40°C. Suhu termofilik merupakan keadaan dimana mikroorganisme sangat aktif dalam melakukan proses dekomposisi yang terjadi pada kisaran temperatur 45°C - 60°C. Djuarnani dkk. (2008) menjelaskan, suhu pengomposan merupakan kombinasi antara fase mesofilik dan termofilik. Aktifitas mikroorganisme pada fase mesofilik berfungsi untuk memperkecil partikel bahan organik yang akan mempercepat proses penguraian. Fase termofilik merupakan fase dimana mikroorganisme mengambil karbohidrat dan protein sehingga mampu mempercepat proses pengomposan.

2. Warna, Tekstur dan Aroma Kompos Kulit Singkong

Hasil analisis warna, tekstur dan aroma kompos kulit singkong dapat dilihat pada tabel 4.2 sebagai berikut.

Tabel 4.2 Analisis warna, tekstur dan aroma kompos kulit singkong

Pengamatan	Jenis Pupuk	Warna	Tekstur	Aroma
H+7	B1	10 YR 5/8	Kasar	Aroma busuk menyengat
	B2	10 YR 5/8	Kasar	Aroma busuk menyengat

H+14	B1	10 YR 4/6	Kasar	Aroma sedikit menyengat
	B2	10 YR 4/6	Kasar	Aroma sedikit menyengat
H+21	B1	10 YR 4/6	Kasar	Aroma tape
	B2	10 YR 4/6	Kasar	Aroma tape
H+28	B1	10 YR 3/6	Sedikit kasar	Sedikit aroma tape
	B2	10 YR 3/6	Sedikit kasar	Sedikit aroma tape
H+35	B1	10 YR 3/6	Sedikit kasar	Berbau tanah
	B2	10 YR 3/2	Sedikit kasar	Berbau tanah
H+42	B1	10 YR 3/2	Sedikit kasar	Berbau tanah
	B2	10 YR 2/2	Sedikit kasar	Berbau tanah

B1 (Kompos kulit singkong dengan bioaktivator MA-11); B2 (kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer*); 10 YR 5/8 (coklat kekuningan); 10 YR 4/6 (coklat gelap kekuningan); 10 YR 3/6 (coklat gelap kekuningan); 10 YR 3/2 (coklat sangat gelap keabu-abuan); 10 YR 2/2 (coklat sangat gelap)

Pengamatan warna, tekstur dan aroma dilakukan setiap seminggu sekali selama 42 hari menggunakan *Munsell Colour Chart for Plant Tissues*. Hasil pengamatan (Tabel 4.2) menunjukkan perubahan warna tekstur dan aroma setiap minggunya. Kompos kulit singkong dengan bioaktivator MA-11 (B1) mengalami perubahan warna dari coklat kekuningan (10 YR 5/8) ke coklat gelap kekuningan (10 YR 4/6) pada H+21 dan pengomposan pada saat pemanenan menunjukkan warna coklat sangat gelap keabu-abuan (10 YR 3/2). Perubahan warna juga terjadi pada kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer* (B2), yang menunjukkan perubahan warna dari coklat kekuningan (10 YR 5/8) ke coklat gelap kekuningan (10 YR 4/6) pada H+14. Warna coklat sangat gelap keabu-abuan terlihat pada H+35 dan berwarna coklat sangat gelap pada H+42. Rosalina dkk. (2020) menjelaskan bahwa perubahan warna disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang mendekomposisi bahan organik. Kompos dikatakan matang apabila memiliki perubahan warna yang semakin gelap. Warna kompos yang semakin gelap mengindikasikan bahwa kadar karbon dan nitrogen pada bahan pengomposan semakin sedikit sehingga dapat diartikan bahan organik sudah terurai oleh mikroorganisme.

Tekstur masing-masing kompos mengalami perubahan dari kasar hingga sedikit kasar yang dapat dilihat pada H+28 (tabel 4.2) dan tidak mengalami

perubahan pada H+28 hingga H+42. Menurut Kumalasari (2016), kompos akan mengalami perubahan setelah melalui proses pengomposan dibandingkan sebelum dikomposkan. Perubahan yang terjadi menandakan adanya aktivitas degradasi oleh mikroorganisme yang membuat ukuran partikel menjadi lebih kecil. Perubahan aroma juga terjadi pada kompos kulit singkong. Pitoyo (2016), menjelaskan bahwa perubahan aroma terjadi karena saat pengomposan bahan melepaskan senyawa gas NH_3 (amoniak). Respon ini menggabungkan respon oksidasi yang menghasilkan gas amoniak, air dan energi panas yang membuat aroma menyengat pada kompos.

Dapat dilihat (Tabel 4.2) kompos mengalami perubahan aroma dari bau busuk menyengat dari H+7 hingga menjadi aroma khas fermentasi atau aroma tape pada H+21. Aroma khas fermentasi mulai berangsur menghilang pada H+28 dan pada hari pengomposan terakhir (H+42) sudah berbau tanah. Kompos memiliki aroma berbau tanah diakibatkan oleh unsur yang ada pada kompos telah mempunyai unsur hara tanah dan warna kehitaman terjadi karena pengaruh bahan organik yang sudah stabil (Suwanti dan Widiyaningrum, 2017).

4.2 Pengaruh Variasi Dosis Kompos Terhadap Pertumbuhan dan Serapan N Tanaman Kedelai.

4.2.1 Analisis F-Hitung terhadap pertumbuhan tanaman kedelai.

Hasil analisis sidik ragam pada variabel pengamatan pertumbuhan tanaman kedelai usia 35 hst disajikan dalam tabel 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4.3 Rangkuman nilai F-Hitung variabel pengamatan

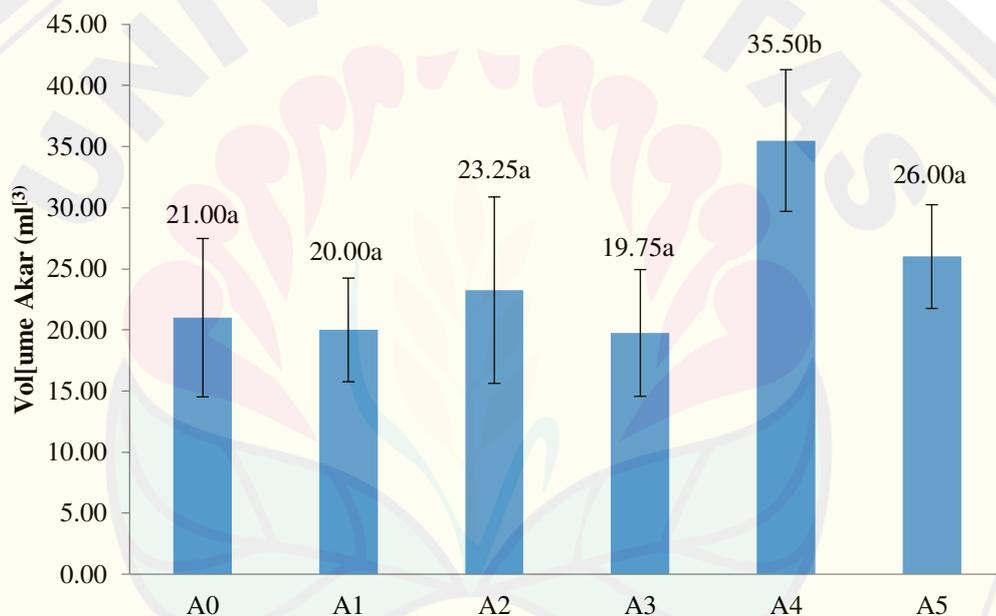
No.	Variabel Pengamatan	F-Hitung
1.	Volume Akar (ml)	4,38**
2.	Bintil Akar	5,36**
3.	Tinggi Tanaman (cm)	5,49**
4.	Berat Basah Brangkasan (gr)	5,79**
5.	Berat Kering Brangkasan (gr)	6,66**
6.	Kadar N-tanaman (%)	4,49**
7.	Serapan N-tanaman (gr/tanaman)	9,52**

** Berbeda sangat nyata, * Berbeda nyata, ^{ns} Berbeda tidak nyata

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam ANOVA yang sudah dirangkum dalam tabel 4.3, pengujian variasi dan dosis pupuk memberikan pengaruh sangat nyata terhadap semua variabel pengamatan yang terdiri dari dari volume akar, jumlah bintil akar, tinggi tanaman, berat basah brangkasan, berat kering brangkasan kadar N tanaman dan serapan N-tanaman kedelai.

4.2.2 Pengaruh variasi dan dosis pupuk kompos terhadap volume akar tanaman kedelai

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh berbeda nyata terhadap volume akar. Hasil uji jarak berganda Duncan dengan taraf kepercayaan 95% terkait pengaruh variasi dan dosis pupuk dapat dilihat pada gambar 4.2 sebagai berikut.



Gambar 4.2 Pengaruh variasi dosis pupuk terhadap volume akar tanaman kedelai

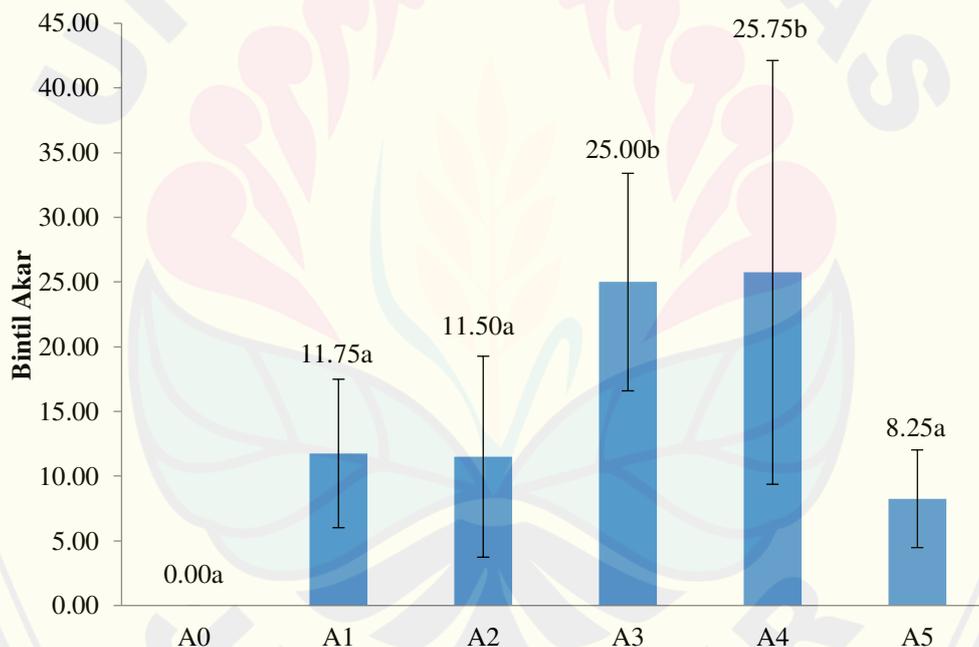
Tanpa kompos (A0); kompos kulit singkong dengan bioaktivator MA-11 160 gram (A1); kompos kulit singkong dengan bioaktivator MA-11 200 gram (A2); kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer* 160 gram (A3); kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer* 200 gram (A4); pupuk urea 0,4 gram (A5). Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji jarak berganda duncan (DMRT) pada taraf kepercayaan 95%.

Hasil analisis data (Gambar 4.2) menunjukkan bahwa pemberian pupuk kompos M21 *Decomposer* 200 gr (A4) memberikan nilai volume akar tertinggi dengan hasil rata-rata sebesar 35,5 ml dan menunjukkan pengaruh berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya, sehingga dapat dijadikan rekomendasi untuk

meningkatkan volume akar. Menurut Silva *et al.* (2019), akar memiliki peranan penting dalam pertumbuhan tanaman. Akar berfungsi untuk mengangkut unsur hara, air dan mineral yang disalurkan ke setiap organ tanaman dalam menunjang pertumbuhan dan hasil tanaman. Semakin banyak jumlah akar yang ada pada tanaman, maka semakin banyak jumlah unsur hara, air dan mineral yang mampu diserap oleh tanaman sehingga pertumbuhan tanaman semakin optimal.

4.2.3 Pengaruh variasi dan dosis pupuk kompos terhadap jumlah bintil akar tanaman kedelai

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh berbeda nyata terhadap jumlah bintil akar. Hasil uji jarak berganda Duncan dengan taraf kepercayaan 95% terkait pengaruh variasi dan dosis pupuk dapat dilihat pada gambar 4.3 sebagai berikut.



Gambar 4.3 Pengaruh variasi dosis pupuk terhadap jumlah bintil akar tanaman kedelai

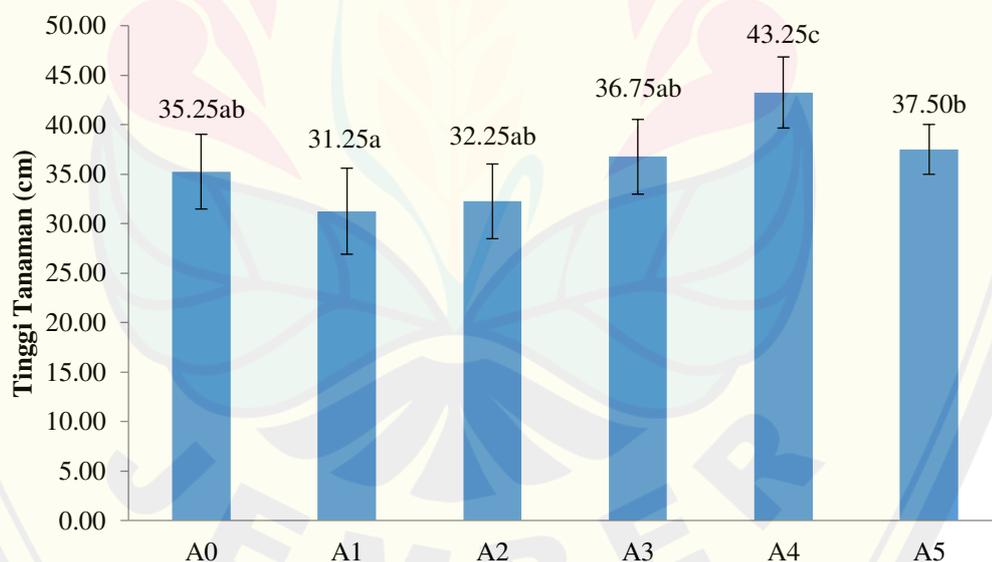
Tanpa kompos (A0); kompos kulit singkong dengan bioaktivator MA-11 160 gram (A1); kompos kulit singkong dengan bioaktivator MA-11 200 gram (A2); kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer* 160 gram (A3); kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer* 200 gram (A4); pupuk urea 0,4 gram (A5). Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji jarak berganda duncan (DMRT) pada taraf kepercayaan 95%.

Hasil analisis data (Gambar 4.3) menunjukkan bahwa pemberian pupuk kompos M21 *Decomposer* 200 gr (A4) memberikan jumlah bintil akar tertinggi

dengan hasil rata-rata sebanyak 25,75 bintil akar. Perlakuan pemberian kompos M21 *Decomposer* 160 gr (A3) dan 200 gr (A4) menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata, namun perlakuan A3 dan A4 berpengaruh nyata terhadap kontrol dan perlakuan pemberian pupuk lainnya, sehingga dapat dijadikan rekomendasi untuk meningkatkan jumlah bintil akar. Kompos yang diberikan pada tanaman kedelai memiliki kandungan bakteri *Rhizobium* Sp. di dalamnya, sehingga menyebabkan timbulnya bintil akar pada tanaman. Fields *et al* (2021) menjelaskan, bahwa bintil akar merupakan indikasi bahwa terdapat aktifitas bakteri *Rhizobium* yang menginfeksi akar tanaman dan akan membantu dalam menambat N dari udara ke dalam tanah untuk dimanfaatkan oleh tanaman dalam pertumbuhannya.

4.2.4 Pengaruh variasi dan dosis pupuk kompos terhadap tinggi tanaman kedelai

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh berbeda nyata terhadap tinggi tanaman. Hasil uji jarak berganda Duncan dengan taraf kepercayaan 95% terkait pengaruh variasi dan dosis pupuk dapat dilihat pada gambar 4.4 sebagai berikut.



Gambar 4.4 pengaruh variasi dosis pupuk terhadap tinggi tanaman kedelai

Tanpa kompos (A0); kompos kulit singkong dengan bioaktivator MA-11 160 gram (A1); kompos kulit singkong dengan bioaktivator MA-11 200 gram (A2); kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer* 160 gram (A3); kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer* 200 gram (A4); pupuk urea 0,4 gram (A5). Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji jarak berganda duncan (DMRT) pada taraf kepercayaan 95%.

Hasil analisis data (Gambar 4.5) menunjukkan pemberian variasi pupuk dan dosis pupuk kompos berbeda nyata terhadap tinggi tanaman kedelai. Perlakuan dengan hasil tanaman tertinggi terdapat pada penggunaan pupuk kompos M21 *Decomposer* 200 gr (A4) dengan nilai rata-rata sebesar 43,25 cm dan menunjukkan pengaruh berbeda nyata terhadap perlakuan tanpa pupuk maupun perlakuan lainnya. Penggunaan dosis tersebut dapat dijadikan rekomendasi dalam meningkatkan tinggi tanaman pada budidaya kedelai.

Widawati *et al.* (2020) menjelaskan, penambahan kompos dapat berperan sebagai biostimulan dalam pertumbuhan tanaman, salah satunya pada tinggi tanaman. Biostimulan merupakan aktivitas yang dilakukan bakteri pada penambahan kompos, sehingga merangsang dalam pertumbuhan tinggi tanaman. Aktivitas *Rhizobium* Sp. mampu menambat nitrogen dan dapat digunakan oleh tanaman inangnya, khususnya tanaman kedelai. Sumbangan nitrogen inilah yang menyebabkan pertumbuhan tanaman khususnya dapat dilihat langsung terhadap tinggi tanaman (Jumiati, 2019)

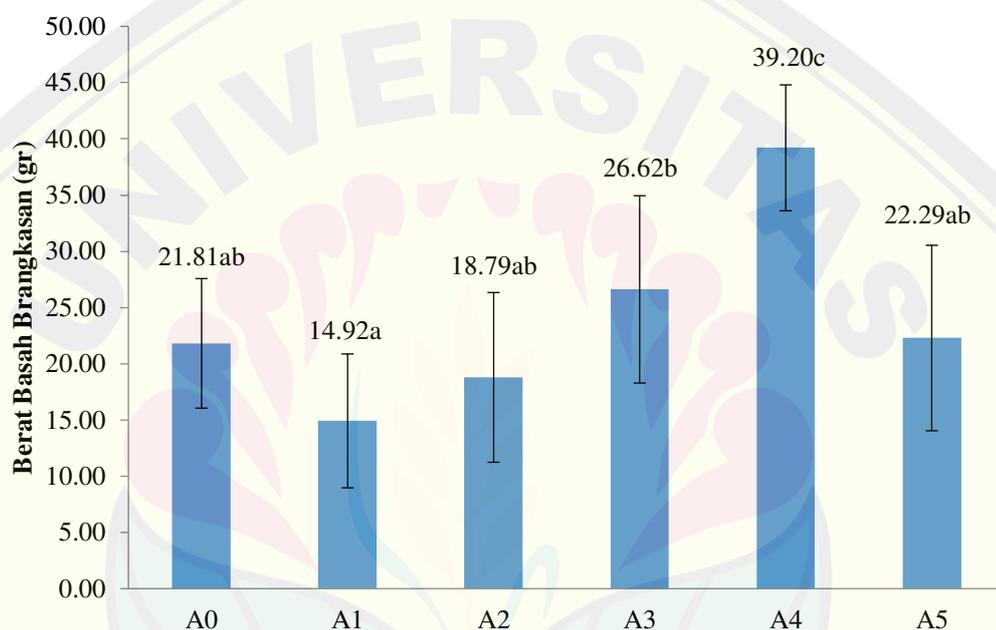


Gambar 4.5 Pertumbuhan tanaman pada H+35

4.2.5 Pengaruh variasi dan dosis pupuk kompos terhadap berat basah brangkasan tanaman kedelai

Hasil analisis data (Gambar 4.6) menunjukkan bahwa pemberian pupuk kompos M21 *Decomposer* 200 gr (A4) memberikan peningkatan berat basah brangkasan terbesar dengan berat rata-rata 39,2 gram. Perlakuan A4 menunjukkan pengaruh berbeda nyata terhadap kontrol dan perlakuan pemberian pupuk lainnya, sehingga dapat dijadikan rekomendasi dalam meningkatkan berat basah brangkasan. Berat basah brangkasan sangat erat kaitannya dengan ketersediaan air. Ketersediaan

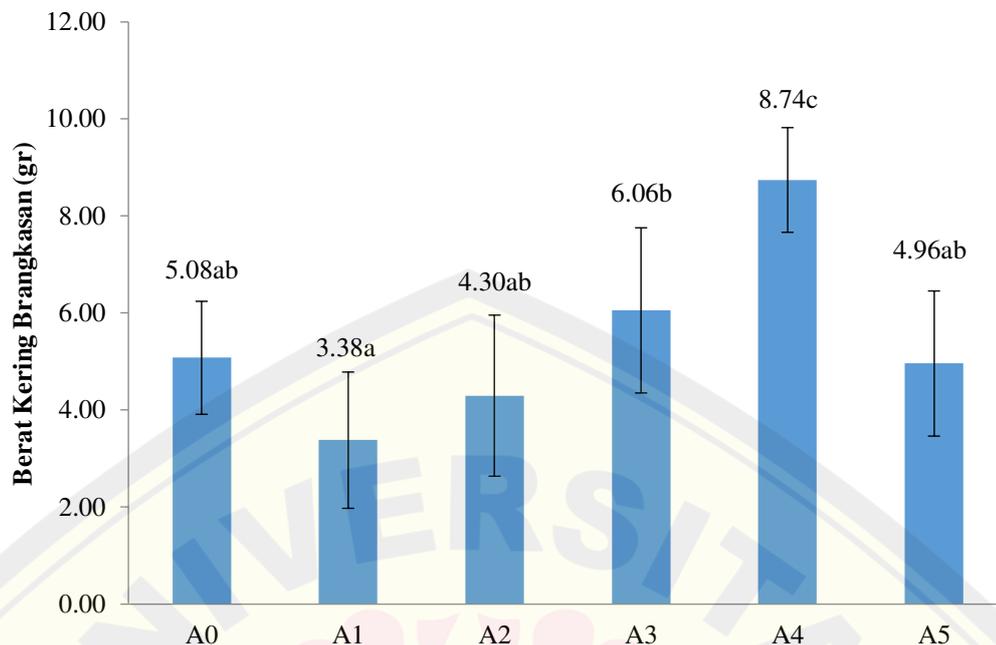
air tanah dapat dipengaruhi oleh pemberian kompos yang mampu meningkatkan porositas tanah dan mengikat air dalam wilayah cakupan pertumbuhan akar tanaman (Broichsitter *et al.*, 2018. Kurniawan *et al.* (2016) menyatakan bahwa berat basah tanaman dipengaruhi oleh tinggi tanaman dan jumlah daun, semakin tinggi tanaman dan luas daun maka berat basah tanaman akan semakin meningkat. Peningkatan tinggi tanaman dan jumlah daun juga dipengaruhi oleh pemberian kompos yang mampu menyediakan unsur hara penting dalam proses pertumbuhan tanaman.



Gambar 4.6 Pengaruh variasi dosis pupuk terhadap berat basah brangkasan tanaman kedelai Tanpa kompos (A0); kompos kulit singkong dengan bioaktivator MA-11 160 gram (A1); kompos kulit singkong dengan bioaktivator MA-11 200 gram (A2); kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer* 160 gram (A3); kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer* 200 gram (A4); pupuk urea 0,4 gram (A5). Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji jarak berganda Duncan (DMRT) pada taraf kepercayaan 95%.

4.2.6 Pengaruh variasi dan dosis pupuk kompos terhadap berat kering brangkasan tanaman kedelai

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh berbeda nyata terhadap berat kering brangkasan. Hasil uji jarak berganda Duncan dengan taraf kepercayaan 95% terkait pengaruh variasi dan dosis pupuk dapat dilihat pada gambar 4.7 sebagai berikut.



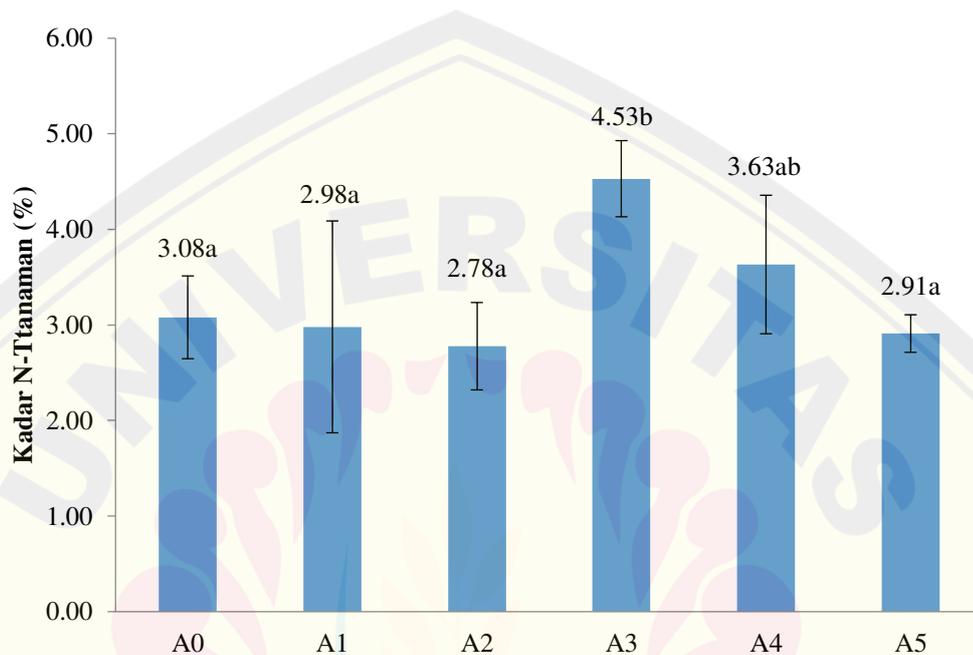
Gambar 4.7 Pengaruh variasi dosis pupuk terhadap berat kering brangkasan tanaman kedelai

Tanpa kompos (A0); kompos kulit singkong dengan bioaktivator MA-11 160 gram (A1); kompos kulit singkong dengan bioaktivator MA-11 200 gram (A2); kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer* 160 gram (A3); kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer* 200 gram (A4); pupuk urea 0,4 gram (A5). Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji jarak berganda Duncan (DMRT) pada taraf kepercayaan 95%.

Hasil analisis data (Gambar 4.7) menunjukkan bahwa pemberian pupuk kompos M21 *Decomposer* 200 gr (A4) memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap kontrol dan perlakuan pemberian pupuk lainnya dengan berat kering brangkasan rata-rata sebesar 8,74 gr. Pemberian dosis perlakuan A4 dapat dijadikan rekomendasi dalam meningkatkan berat kering brangkasan. Berat kering merupakan pertumbuhan jaringan dan sel sebagai indikasi hasil fotosintesis yang berhasil diendapkan oleh tanaman secara optimal (Utami *et al*, 2020). Pemberian bahan organik berupa menambahkan unsur hara yang diperlukan oleh tanaman, sehingga mampu meningkatkan berat kering brangkasan tanaman (Widodo dan Kusuma, 2018). Penambahan pupuk kompos dengan kandungan nitrogen yang optimal akan memberikan pengaruh terhadap peningkatan berat kering tanaman sebagai indikasi keberhasilan tanaman dalam melakukan fotosintesis (Nurhadi dkk., 2020).

4.2.7 Pengaruh variasi dan dosis pupuk kompos terhadap kadar N tanaman kedelai

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh berbeda nyata terhadap kadar N tanaman. Hasil uji jarak berganda Duncan dengan taraf kepercayaan 95% terkait pengaruh variasi dan dosis pupuk dapat dilihat pada gambar 4.8 sebagai berikut.



Gambar 4.8 Pengaruh variasi dosis pupuk terhadap kadar N-tanaman tanaman kedelai

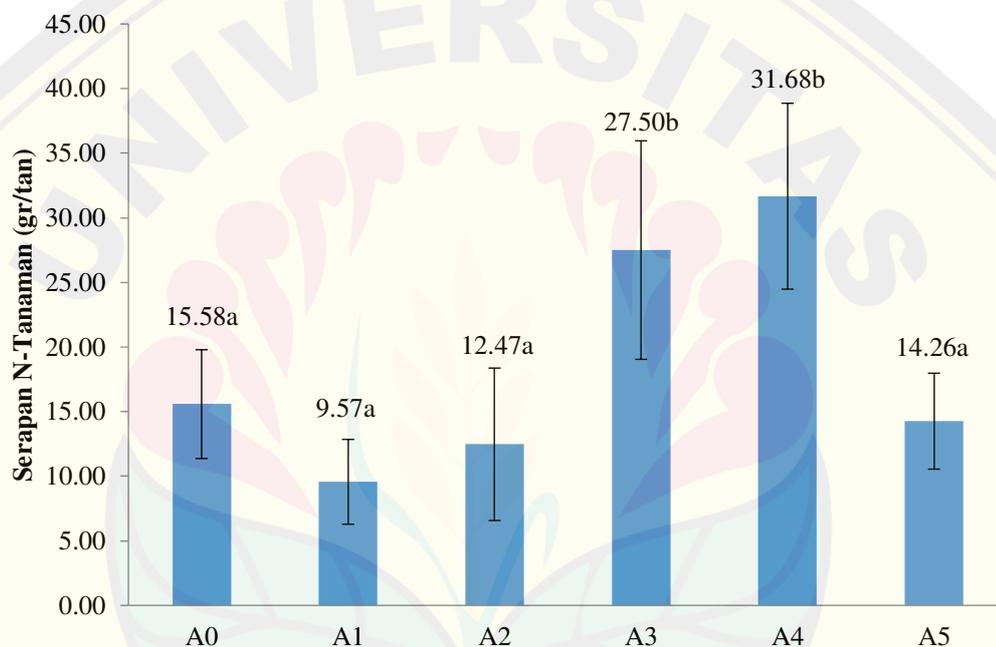
Tanpa kompos (A0); kompos kulit singkong dengan bioaktivator MA-11 160 gram (A1); kompos kulit singkong dengan bioaktivator MA-11 200 gram (A2); kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer* 160 gram (A3); kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer* 200 gram (A4); pupuk urea 0,4 gram (A5). Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji jarak berganda duncan (DMRT) pada taraf kepercayaan 95%.

Hasil analisis data (Gambar 4.8) menunjukkan bahwa perlakuan kompos dengan bioaktivator M21 160 gram (A3) memberikan nilai tertinggi sebesar 4,53% dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan kompos dengan bioaktivator M21 200 gram (A4) dengan nilai 3,63%, namun perlakuan A3 dan A4 memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap perlakuan kontrol dan perlakuan pemberian pupuk lainnya. Kadar N tanaman pada perlakuan A3 memiliki nilai presentase tertinggi sebesar 4,53% dan dapat direkomendasikan untuk meningkatkan kadar N tanaman pada budidaya tanaman kedelai. Menurut Kusmiati, dkk (2017) menyatakan bahwa

pemberian kompos akan meningkatkan ketersediaan N bagi tanaman sehingga dapat meningkatkan serapan N tanaman.

4.2.8 Pengaruh variasi dan dosis pupuk kompos terhadap Serapan N-tanaman kedelai

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh berbeda nyata terhadap serapan N tanaman. Hasil uji jarak berganda Duncan dengan taraf kepercayaan 95% terkait pengaruh variasi dan dosis pupuk dapat dilihat pada gambar 4.9 sebagai berikut.



Gambar 4.9 Pengaruh variasi dosis pupuk terhadap serapan N-tanaman tanaman kedelai

Tanpa kompos (A0); kompos kulit singkong dengan bioaktivator MA-11 160 gram (A1); kompos kulit singkong dengan bioaktivator MA-11 200 gram (A2); kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer* 160 gram (A3); kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer* 200 gram (A4); pupuk urea 0,4 gram (A5). Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji jarak berganda duncan (DMRT) pada taraf kepercayaan 95%.

Hasil analisis data (Gambar 4.9) menunjukkan bahwa pemberian pupuk kompos M21 *Decomposer* 200 gr (A4) memberikan nilai serapan N-tanaman terbesar dengan nilai rata-rata 31,68 gr/tan, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan pupuk kompos M21 *Decomposer* 160 gr (A3) dengan nilai serapan N 27,5 gram/tanaman. Perlakuan pemberian kompos M21 *Decomposer* 200 gr (A4)

dan 160 gr (A3) menunjukkan pengaruh berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya, sehingga pemberian kompos M21 *decomposer* 200 gr (A3) dan 160 gr (A4) dapat dijadikan rekomendasi dalam meningkatkan serapan N-tanaman karena semakin tinggi dosis pupuk yang diberikan, serapan N-tanaman juga akan meningkat. Kano *et al.* (2021) berpendapat bahwa pada dasarnya tanaman hanya mampu menyerap unsur N dalam bentuk senyawa N anorganik. Penambahan pupuk kompos dengan kandungan N yang optimal akan mempengaruhi peningkatan serapan N yang ada dalam organ tanaman.

4.3 Pembahasan

Pembuatan kompos menggunakan limbah kulit singkong dilakukan dengan menggunakan dua bioaktivator yaitu MA-11 dan M21 *Decomposer* yang dilakukan selama 42 hari dengan menggunakan prinsip pengomposan secara buka tutup atau semi-*anaerob*. Prinsip semi-*anaerob* digunakan karena dalam prosesnya masih melakukan pembalikan atau pengadukan bahan pengomposan dengan maksud untuk mempercepat proses pengomposan supaya mikroorganisme yang terkandung dalam bioaktivator dapat mendekomposisi luas permukaan bahan pengomposan secara merata. Pengadukan setiap 3 hari sekali kemudian ditutup kembali dan apabila kondisi bahan pengomposan dirasa kering, maka perlu dilakukan penambahan air untuk menjaga kelembapan kompos supaya aktivitas mikroorganisme dalam melakukan dekomposisi bahan organik tetap berjalan.

Pengamatan suhu menunjukkan telah terjadi kenaikan dan penurunan suhu pada masing-masing kompos. Prasetyo dkk. (2023) menjelaskan bahwa kenaikan suhu dikarenakan mikroba menguraikan karbon sebagai energi pada proses pengomposan dalam perkembangannya sehingga populasi mikroba akan meningkat. Jumlah karbon yang semakin menipis akan mempengaruhi aktivitas serta populasi mikroba sehingga suhu pada kompos tidak dapat lagi meningkat dan bersangsur-angsur menurun. Yulianto (2009) menambahkan bahwa mikroba yang ada pada kompos akan menguraikan bahan organik menjadi CO₂, uap air dan panas melalui sistem metabolisme. Setelah sebagian besar bahan kompos terurai, maka

suhu akan berangsur-angsur mengalami penurunan hingga mencapai suhu normal seperti tanah.

Sandi dan Hartono (2020), menjelaskan bahwa kelembapan memegang peranan penting dalam proses metabolisme mikroba dan secara tidak langsung berpengaruh pada suplai oksigen. Mikroorganisme dapat memanfaatkan bahan organik apabila bahan organik tersebut larut di dalam air. Kelembapan 40-60% merupakan kisaran optimum untuk metabolisme mikroba, apabila dibawah 40% aktivitas mikroba dalam proses dekomposisi bahan organik akan mengalami penurunan. Kelembapan diatas 60% akan menyebabkan hara tercuci, volume udara berkurang yang mengakibatkan aktivitas mikroba akan menurun dan terjadi fermentasi anaerobik yang menimbulkan bau tidak sedap. Kelembapan yang tepat tentu akan menjadikan proses pengomposan lebih optimal dan cepat.

Hasil analisis kandungan unsur N-total kompos kulit singkong menggunakan bioaktivator MA-11 dan M21 *Decomposer* (Tabel 4.1) menunjukkan hasil yang tidak memenuhi syarat apabila dibandingkan dengan standar Kepmentan 2019 dengan syarat minimum 2%. Kandungan masing-masing N-total kompos dengan bioaktivator MA-11 dan M21 *Decomposer* adalah 0,65% dan 1,13%. Kandungan karbon dan nitrogen pada bahan pengomposan berpengaruh pada hasil akhir N-total kompos. Sofa dkk. (2022), menjelaskan bahwa kandungan N sangat berkaitan dengan C-organik pada kompos. Kandungan karbon dalam bahan organik digunakan untuk sumber energi mikroorganisme dalam proses dekomposisi dan selebihnya dilepaskan menjadi gas CO₂. Mikroorganisme memerlukan nitrogen dalam pertumbuhan sel-sel atau perkembangbiakannya. Rendahnya kandungan N kompos juga dapat dipengaruhi oleh kadar nitrogen bahan baku kompos dan juga kemungkinan terjadi akibat adanya penguapan, sehingga perlu memperhatikan lingkungan pembuatan kompos agar nitrogen tersebut tidak mudah hilang.

Kandungan hara N juga dipengaruhi oleh pemberian bioaktivator pada proses pengomposan. Bioaktivator M21 *Decomposer* memberikan peningkatan hara N yang lebih tinggi dibandingkan bioaktivator MA-11. Kandungan hara N yang berbeda disebabkan oleh jumlah dan aktivitas mikroorganisme yang berbeda dari bioaktivator yang digunakan. Sepakat dengan pernyataan Efendi (2003), hal ini

disebabkan karena semakin banyak mikroorganisme yang tumbuh dalam campuran bahan kompos untuk menguraikan senyawa-senyawa organik yang ada, maka semakin meningkat kandungan N yang dihasilkan pada kompos. Nitrogen organik dimanfaatkan oleh mikroorganisme sebagai sumber pembentuk protoplasma dalam perbanyakan sel. Bakteri-bakteri dalam bahan kompos akan menguraikan protein menjadi pepton, peptida dan asam amino melalui proses aminisasi.

Penelitian yang dilakukan Hapsari (2013), menjelaskan bahwa semakin tinggi kandungan hara N akan menambah jumlah mikroorganisme sehingga laju dekomposisi semakin cepat, namun melihat kandungan kulit singkong berdasarkan penelitian yang dilakukan Akanbi (2007) yang menunjukkan bahwa kulit singkong memiliki kandungan karbon yang tinggi sebesar 59,31% dan kandungan nitrogen sebesar 2,06% menyebabkan mikroorganisme tidak mampu berkembang biak secara optimal karena kandungan N yang rendah pada kulit singkong. Sejalan dengan pendapat Amnah dan Friska (2019), yang menyatakan bahwa mikroorganisme membutuhkan kandungan N dalam jumlah besar selama proses pengomposan untuk perbanyakan sel dan mengkonsumsi C sebagai sumber energi mikroorganisme. Unsur N akan dilepaskan kembali sebagai salah satu komponen yang ada dalam kompos setelah proses pengomposan selesai.

Kandungan N organik pada bahan organik tidak mampu diserap secara langsung oleh tanaman. Tanaman hanya mampu menyerap nitrogen dalam bentuk N anorganik sehingga dalam proses pengomposan terjadi suatu perubahan senyawa N organik dengan bantuan mikroba menjadi senyawa anorganik yang disebut dengan mineralisasi. Proses mineralisasi terdiri dari tiga tahap, yaitu aminisasi, amonifikasi dan nitrifikasi (Saidi *et al*, 2008).

Proses aminisasi adalah penguraian protein menjadi asam amino. Asam amino kemudian diuraikan kembali menjadi amoniak (NH_3) dan ketika bereaksi dengan air (H_2O) menjadi amonium (NH_4) yang disebut dengan proses amonifikasi. Amonium dapat digunakan oleh mikroba untuk keberlangsungan mikroba dalam mempercepat proses dekomposisi bahan organik (Hanafiah, 2013). Selanjutnya ion amonium yang dibebaskan dari mineralisasi bahan organik akan dioksidasi oleh bakteri kemautotrof menjadi nitrat yang disebut dengan reaksi nitrifikasi yang

terbagi menjadi nitrit dan kemudian menjadi nitrat sebagai senyawa N anorganik yang mampu diserap oleh tanaman dalam memenuhi ketersediaan haranya (Nurhayati, 2021).

Aplikasi kompos kulit singkong memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap nilai volume akar. Berdasarkan analisis data pada gambar 4.2, pemberian kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer* 200 gram (A4) memberikan hasil rerata volume terbaik sebesar 35,5 ml³. Meningkatnya volume akar dipengaruhi oleh pemberian kompos yang mampu memperbaiki sifat fisik tanah sehingga akar dapat tumbuh secara optimal (Silva *et al*, 2019). Kandungan *Rhizobium* sp. sebagai bakteri penambat Nitrogen yang terdapat pada kompos juga berfungsi dalam meningkatkan panjang akar (Singh *et al*, 2013). Bakteri *Rhizobium* sp. sebagai penambat nitrogen mampu menghasilkan substansi zat pemacu tumbuh seperti giberelin yang memacu perkecambahan biji dan sitokinin yang berperan dalam mempengaruhi pembelahan sel dalam memacu pertumbuhan akar (Simanungkalit dkk., 2006). Pangaribuan (2014) menambahkan, semakin banyak akar akan mempengaruhi pertumbuhan organ tanaman seperti daun dan batang sehingga semakin panjang akar akan menambah bobot akar yang akan berpengaruh terhadap volume akar dan perkembangan tanaman.

Hasil analisis (Gambar 4.3) menunjukkan pengaruh pemberian kompos kulit singkong terhadap jumlah bintil akar yang dimiliki oleh tanaman kedelai. Hasil rerata jumlah bintil akar tertinggi terdapat pada pemberian kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer* 200 gram (A4) sebanyak 25,75 butir dan tidak berbeda nyata pada pemberian kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer* 160 gram (A3) dengan rerata jumlah bintil akar sebanyak 25 butir, namun memiliki pengaruh berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya. Bioaktivator yang digunakan dalam pengomposan kulit singkong yaitu MA-11 dan M21 *Decomposer* yang masing memiliki kandungan bakteri *Rhizobium* Sp. sebagai salah satu bakteri yang mendekomposisi bahan organik tersebut. Bakteri *Rhizobium* Sp. merupakan bakteri yang bersimbiosis dengan tanaman kedelai yang akan membentuk bintil pada akar dan memiliki kemampuan dalam memfiksasi

nitrogen dari udara sehingga dapat meningkatkan penyerapan nitrogen untuk pertumbuhan tanaman (Purwaningsih dkk, 2012).

Bintil akar merupakan indikasi bahwa bakteri *Rhizobium* sp. melakukan infeksi pada akar dan bersimbiosis dengan akar tanaman untuk menambat nitrogen bebas yang ada di udara untuk dimanfaatkan oleh tanaman (Sari dan Prayudyaningsih, 2015). Sepakat dengan pendapat Suryantini (2015), bakteri *Rhizobium* sp. akan optimal menginfeksi akar tanaman kedelai ketika ketersediaan air dan unsur hara pada tanah tercukupi. Selain memperbaiki sifat fisik dan pori tanah supaya dapat mengikat air secara optimal, penambahan kompos juga menyediakan unsur hara khususnya N dan P yang juga berperan penting dalam pembentukan bintil akar.

Pemberian pupuk kompos menunjukkan hasil berbeda nyata pada variabel tinggi tanaman. Hasil analisis (Gambar 4.5) pemberian kompos kulit singkong yang didekomposisi oleh bioaktivator M21 *Decomposer* dengan dosis 200 gram (A4) mampu memberikan hasil terbaik dengan rerata tinggi 43,25 cm. Hasil analisis tersebut sesuai dengan pendapat Yagoub *et al.*, (2011) yang menjelaskan bahwa pemberian pupuk kompos mampu meningkatkan tinggi tanaman daripada tanpa memberikan kompos maupun pemberian urea 46% pada tanaman kedelai. Pendapat tersebut diperkuat dengan pernyataan Amal dkk. (2020), bahwa unsur hara N yang ada dalam pupuk memiliki fungsi untuk mempercepat pertumbuhan tanaman khususnya pada pertumbuhan batang. Aktivitas *Rhizobium* Sp. pada kompos juga berperan penting untuk menambat nitrogen sehingga dapat digunakan oleh tanaman inangnya, khususnya tanaman kedelai. Sumbangan nitrogen inilah yang menyebabkan pertumbuhan tanaman khususnya dapat dilihat langsung terhadap tinggi tanaman (Jumiati, 2019)

Aplikasi kompos kulit singkong memberikan pengaruh pada berat basah brangkasan pada tanaman kedelai. Hasil analisis (gambar 4.6), menunjukkan perlakuan pemberian kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer* 200 gram (A4) memberikan nilai rerata tertinggi berat brangkasan sebesar 39,2 gram yang menunjukkan pengaruh berbeda nyata terhadap semua perlakuan lainnya. Faktor utama yang mempengaruhi berat basah brangkasan adalah

banyaknya jumlah air yang diserap serta beratnya jaringan tanaman yang mampu dibentuk tanaman. ketersediaan air dapat dipengaruhi oleh pemberian kompos yang mana mampu meningkatkan kapasitas udara dan ketersediaan air yang kemudian akan diserap oleh akar untuk proses pertumbuhan tanaman terutama pada fase vegetatif (Broichsitter *et al*, 2018). Proses pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara yang optimal, sehingga akan berpengaruh pada tinggi tanaman, maupun jumlah daun. Semakin tinggi suatu tanaman dan semakin banyak jumlah daun, maka akan berpengaruh pada peningkatan berat basah yang dihasilkan oleh tanaman (Panataria dan Sihombing, 2020).

Kandungan bakteri *Rhizobium* sp. yang terdapat pada kompos kulit singkong juga memberikan pengaruh secara nyata terhadap berat basah brangkasan apabila dibandingkan dengan tanpa pemberian kompos. *Rhizobium* sp. mampu mengikat N bebas yang ada di udara ke tanah yang kemudian dimanfaatkan oleh tanaman dalam merangsang pertumbuhan akar, batang dan daun terutama pada fase vegetatif (Kurniawan dan Utami, 2014). Selaras dengan pendapat Almi dan Jannah (2020) yang menyatakan unsur hara N dibutuhkan tanaman dalam proses fotosintesis yang menghasilkan fotosintat dan kemudian disalurkan dalam upaya pembentukan dan pertumbuhan organ tanaman yang tentu akan berpengaruh terhadap berat basah brangkasan.

Aplikasi kompos kulit singkong memberikan pengaruh nyata terhadap berat kering brangkasan. Berat kering brangkasan merupakan biomassa tanaman yang terbentuk tanpa adanya kandungan air (Wahyuningsih *et al*, 2016). Hasil analisis yang telah dipaparkan (Gambar 4.7) menunjukkan nilai rerata berat kering brangkasan tertinggi sebesar 8,74 gram pada perlakuan pemberian kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer* 200 gram (A4) dan memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap semua perlakuan. Berat kering tanaman merupakan biomassa yang berwujud karbon dan sisanya adalah kadar air pada tanaman (Pratiwi, 2021). Tingginya serapan hara dan kadar nitrogen yang diserap oleh tanaman akan berpengaruh pada masa vegetative tanaman yang kemudian berpengaruh terhadap biomassa tanaman (Aryani dkk, 2019). Kandungan bakteri *Rhizobium* sp. pada kompos kulit singkong dengan aktivator M21

Decomposer mampu menyediakan unsur hara dan memudahkan tanaman dalam menyerap unsur nitrogen yang mendukung pertumbuhan vegetatif terutama pada pertumbuhan daun dan batang tanaman (Kogoya, 2018). Sepakat dengan pendapat Wardiah (2014), yang menjelaskan bahwa ketersediaan unsur hara dan air yang cukup akan mempengaruhi laju fotosintesis tanaman secara optimal sehingga mampu meningkatkan berat kering tanaman.

Penambahan pupuk pada tanaman memiliki kaitan dengan kadar N tanaman dan serapan N. Nitrogen merupakan hara yang mampu bergerak ke seluruh bagian tanaman terutama pada daun sehingga dapat digunakan sebagai dasar pengukuran kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara N dalam tanah (Kurniawan dkk., 2017). Tingginya kadar N pada tanaman juga dipengaruhi oleh penambahan kompos yang juga berperan dalam meningkatkan porositas tanah dan bahan organik sehingga mikroba dalam tanah akan meningkat (Hasibuan, 2015). Mikroba dalam tanah seperti *Rhizobium* sp. yang ada dalam kandungan kompos akan berkembang biak secara optimal dan menginfeksi akar tanaman dan nantinya membentuk bintil akar yang akan melekat pada akar tanaman yang selanjutnya mikroba tersebut akan menfiksasi N dari udara dan dikonsumsi oleh tanaman inang sehingga mampu meningkatkan kadar N pada tanaman (Fields *et al*, 2021)

Penambahan pupuk tersebut juga selaras pada tingginya serapan N tanaman. Hasil analisis data (Gambar 4.9) menunjukkan rerata tertinggi pada perlakuan kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer* 200 gram (A4) sebesar 31,68 gram/tanaman. Hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer* 160 gram (A3) yang memiliki nilai rerata sebesar 27,5 gram/tanaman namun berbeda nyata pada perlakuan lain seperti kontrol (A0), pemberian kompos kulit singkong dengan bioaktivator MA-11 160 gram (A1), pemberian kompos kulit singkong dengan bioaktivator MA-11 200 gram (A2) dan pemberian urea 0,4 gram/tanaman (A5).

Pemberian kompos membantu memperbaiki sifat fisik tanah sehingga membantu akar menyerap unsur hara terutama hara N dalam tanah sehingga dapat meningkatkan serapan N pada tanaman (Kusmiati dkk., 2017). Bakteri *Rhizobium* juga meningkatkan serapan N tanaman dikarenakan bakteri *Rhizobium* dapat

memfiksasi N dari udara dan disimpan dalam tanah kemudian diserap oleh akar dan dimanfaatkan oleh tanaman (Bachtiar dan Waluyo, 2013). Sependapat dengan pernyataan Ahdi dkk. (2021) bahwa kandungan N tersedia dalam tanah sangat penting bagi tanaman karena mempengaruhi serapan N tanaman pada laju pertumbuhan seperti pembentukan organ tanaman. Ji *et al* (2020) menambahkan, bahwa serapan N tanaman merupakan indikator keberhasilan tanaman dalam peningkatan pertumbuhan pada fase vegetatif. Semakin tinggi kandungan hara N dalam tanaman maka semakin tinggi tanaman dan jumlah daun yang dihasilkan.



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengujian dua bioaktivator terhadap peningkatan kadar N kompos kulit singkong (*Manihot esculenta c.*) serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan serapan N tanaman kedelai (*Glycine max L.*) dapat disimpulkan bahwa:

1. Kompos kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer* memberikan kualitas kandungan hara N kompos yang lebih baik dibandingkan penggunaan bioaktivator MA-11 meskipun kompos yang dihasilkan belum optimal.
2. Aplikasi variasi dosis pupuk kulit singkong dengan bioaktivator M21 *Decomposer* dosis 200 gram/tanaman pada tanaman kedelai mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman, volume akar, jumlah bintil akar, berat basah brangkasan, berat kering brangkasan, kadar N tanaman serta serapan N tanaman.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan adanya bahan tambahan untuk meningkatkan kandungan N kompos kulit singkong sehingga dapat memenuhi standarisasi pupuk organik padat berdasarkan Kepmentan No 261/KPTS/SR.310/M/4/2019.
2. Peneliti selanjutnya diharapkan untuk melakukan penelitian hingga fase generatif untuk mengoptimalkan pengujian pupuk kompos kulit singkong terhadap serapan N pada tanaman kedelai.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, Y., Heru P. W., Murna M., dan Fitrah A. M. 2020. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Asetat dari Fermentasi Kakao Aceh. *Teknologi Pertanian Andalas*, 24(1): 23-28.
- Adie, M. dan A. Krisnawati. 2007. *Biologi Tanaman Kedelai*. Malang: Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi).
- Agus, C., E. Faridah, D. Wulandari dan B.H. Purwanto. Peran Mikroba Starter dalam Dekomposisi Kotoran Ternak dan Perbaikan Kualitas Pupuk Kandang. *Manusia dan Lingkungan*. 21(2): 179-187.
- Ahdi, A. 2021. Pengaruh Kompos *Azolla* Sp. dan Pupuk N terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa* L.) *Agrivet*, 9(1): 1-7.
- Aidah S.N. (2020). *Ensiklopedia Kedelai: Deskripsi, Filosofi, Manfaat, Budidaya dan Peluang Bisnisnya*. Yogyakarta: Karya Bakti Makmur Indonesia.
- Akanbi, W.B., T.A. Adebayo, O.A. Togan, A.S. Edeyeye dan O.A. Olaniran. 2007. The Use of Compost Extract as Foliar Spray Nutrient Source and Botanical Insecticide in *Telfaria occidentalis*. *Agricultural Sciences*, 3(5): 642-652.
- Almi, S. and Jannah, N. (2019). Pengaruh Jenis dan Dosis Pupuk Kompos terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Agrifor*, 18(1): 145-154.
- Amnah, R. dan M. Friska. 2019. Pengaruh Aktivator terhadap Kadar Unsur C, N, P dan K Kompos Pelelepah Daun Salak Sidimpunan. *Pertanian Tropik*, 6(3): 342-347.
- Armaida, E. dan Siti K. 2016. Karakterisasi *Actinomycetes* yang Berasosiasi dengan Porifera (*Axinella* spp.) dari Perairan Pulau Lemukutan Kalimantan Barat. *Protobiont*, 5(1): 68-73.
- Aryani, I., G.A. Nasser dan M.A. Santoso. (2020). Tanggap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassica rapa* L. var *caisin*) Terhadap Pemberian Berbagai Takaran Pupuk Organik Hayati. *Klorofil: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Pertanian*, 15(1): 11-16.
- Ashari, S.A.D., R.D. Purwaningrahayu, T. Islami, dan S.M. Sitompul. 2020. Respon pertumbuhan kedelai (*Glycine max* (L) Merr.) pada cekaman salinitas. *J. Produksi Tanaman*, 8(5): 449-455.

Badan Pusat Statistik. 2021. Produksi Ubi Kayu menurut Kabupaten/Kota tahun

2007-2017. (jatim.bps.go.id/statictable/2018/10/29/1311/produksi-ubi-kayu-menurut-kabupaten-kota-di-jawa-timur-ton-2007-2017.html, diakses pada 15 April 2021).

Balai Penelitian Tanah. 2005. *Analisis Kimia Tanah, Tanaman Air dan Pupuk*. Bogor: Balai Penelitian Tanah.

Broichsitter, S.B., H. Fleige and R. Horn. 2018. Compost Quality and It's Function as a Soil Conditioner of Recultivation Layers-a Critical Review. *Int Agrophys*, 32: 11-18.

Chang, R., Y. Li, N. Li, X. Wu and Q. Chen. 2021. Effect of Mikrobial Transformation Induced by Metallic Compound Additives and Temperature Variations during Composting on Suppression of Soil-borne Pathogens. *Environmental Management*, 231(1): 283-290.

Chuzaemi, S., Soebarinoto, Mashudi dan P.H. Ndaru. 2021. *Ilmu Gizi Ruminansia*. Malang: Media Nusa Creative.

Dini, I. R., Wawan., Hapsoh, And R. Devi. 2020. Eksplorasi dan karakterisasi bakteri Rhizobium asal tanaman Mucuna bracteata di tanah gambut. *Agroekotek*, 12(1): 1-12.

Djuarnani, N.Kristiani dan B.S. Setiawan. 2008. *Cara Cepat Membuat Kompos*. PT. Agromedia: Jakarta.

Efendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Penerbit: Karnisius. Yogyakarta

Fields, B., E.K. Moffat, V.P. Friman and E. Harrizon. 2021. The Impact of Intra-specific Diversity in The Rhizobia-legume Symbiosis. *Microbiology*, 167(4).

Fitria, Restuti dan Dewi Puspita Candrasari. 2019. Kualitas Fisik Amoniasi Fermentasi (AMOFER) Janggal Jagung dengan Penambahan M21 Dekomposer pada Level yang Berbeda. *Bulletin of Applied Animal Research*. 1(1): 35-39.

Hanafiah, K. A. 2013. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.

Hapsari, A.Y. 2013. Kualitas dan Kuantitas Kandungan Pupuk Organik Limbah Serasah dengan Inokulum Kotoran Sapi secara Semianaerob. *Skripsi*. Surakarta: UMS.

Herlika, S.R., C.D. Mual dan Elwin. 2020. Pengaruh Formula Pupuk Organik Padat Berbasis *Microbacter Alfaafa-11* (MA-11) terhadap Pertumbuhan Tanaman

Padi (*Oryza sativa* L.) di Kampung Prafi Mulya Distrik Prafi Kabupaten Manokwari. *ISSN*, 204-213.

Hindersah, R., W. Rumahlewang, J. Puttinela, A. Talahaturuson, dan A. Marthin Kalay. 2015. Optimasi Inokulan Cair *Trichoderma harzianum* Berbasis Molase. *Agrologia*, 4(2): 78-82.

Hutabarat, R., F. Puspita dan M.A. Khoiri. (2014). Uji Formulasi Pupuk Organik Cair Berbahan Aktif Bacillus sp. Pada Pembibitan Utama Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *Jom Faperta*, 1(2), 1-13.

Ji, R., W. Shi, Y. Eang, H. Zhang and J. Min. 2020. Nondestructive Estimation of Bok Coy Nitrogen Status with an Active Canopy Sensor in Comparison to a Chlorophyll Meter. *Pedosphere*, 30(6): 769-777.

Jumiati, J. 2019. Manfaat Dan Pengaruh Inokulasi *Rhizobium* sp. Dalam Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.). *Agroteknologi Tropika*, 8(2): 105-108.

Kano, K., H. Kitazawa, K. Suzuki, A. Widiastuti, H. Odani, S. Zhou, Y. D. Chinta. Y. Eguchi, M. Sinohara and T. Sato. 2021. Effect of Organic Fertilizer on Bok Choy Growth and Quality in Hydroponic Cultures. *Agronomy*, 11(1): 1 – 17.

Keputusan Menteri Pertanian. 2019. Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenh Tanah Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019. (<https://psp.pertanian.go.id/2019/04/keputusan-menteri-pertanian-nomor-261-kpts-sr-310-m-4-2019-tentang-persyaratan-teknis-minimal-pupuk-organik-pupuk-hayati-dan-pembenh-tanah>, diakses 15 April 2021).

Kurniawan, A dan L.B. Utami. 2014. Pengaruh Dosis Kompos Berbahan Dasar Campuran Ffes dan Cangkang Telur Ayam terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Ccabut (*Amaranthus tricolor* L.) sebagai Sumber Belajar Biologi SMA Kelas XII. *Jupemasi-Pbio*, 1(1): 66-75.

Kogoya, T., I.P. Dharma, dan I.N. Sutedja. 2018. Pengaruh Pemberian Dosis Pupuk Urea terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Cabut Putih (*Amaranthus tricolor* L.). *Agroekoteknologi Tropika*, 7(4): 575-584.

Kurniawan, A., B. Haryono, M. Baskara dan S.Y. Tyasmoro. 2016. Pengaruh Penggunaan Biochar pada Media Tanam terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Produksi Tanaman*, 4(2): 153-160.

Kurniawan, H.N.A., S. Kumalaningsih dan A. Febrianto. 2014. *Pengaruh Penambahan Konsentrasi Microbacter Alfaafa-11 (MA-11) dan*

Penambahan Urea Terhadap Kualitas Pupuk Kompos dari Kombinasi Kulit dan Jerami Nangka dengan Kotoran Kelinci. Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bramijaya. Malang.

Kusmiati, F., E.D. Purbajanti dan Suharmanto. 2017. *Pertumbuhan dan Produksi Rumput Benggala pada Berbagai Dosis Pupuk Kandang di Tanah Salin.* Semarang: Prosiding Seminar Nasional Agribisnis IV 2017.

Liu, H., Y. Huang, W. Duan, C. Qiao, Q. Shen and R. Li. 2020. Microbial Community Composting Turnover and Function in The Mesophilic Phase Predetermine Chicken Manure Composting Efficiency. *Bioresource Technology*, 313(1): 1-8.

Malvianie E., P. Yulianti dan Salafudin. 2014. Fermentasi Sampah Buah Nanas Menggunakan Sistem Kontinu dengan Bantuan Bakteri *Acetobacter xylinum*. 1(2): 1-11.

Nurhadi, A. R., A. I. Yuliana dan M. Faizah. 2020. Uji Efektivitas Pemberian Ekstrak Daun Gamal Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica rapa L.*). *Agroteknologi*, 3(2): 28-40.

Nurkanto, A. dan Andria A. 2015. Identifikasi Molekular dan Karakterisasi Morfo-Fisiologi *Actinomyces* Penghasil Senyawa Antimikroba. *Biologi Indonesia*, 11(2): 195-203.

Nurlalili, F., Suparwi dan Sutardi, T.R. 2013. Fermentasi Kulit Singkong (*Manihot utilissima pohl*) menggunakan *Aspergillus niger* Pengaruhnya terhadap Kecernaan Bahan Kering (KcBK) dan Kecernaan Bahan Organik (KcBO) secara In-Vitro. *Ilmiah Peternakan*. 1(3): 856-864.

Panataria, L.R. dan P. Sihombing. (2022). Pengaruh Pemberian Biochar dan Poc Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*) pada Tanah Ultisol. *Agroteknologi*, 3(1): 34-45.

Pangaribuan, N. 2014. Penjaringan Cendawan *Mikoriza Arbuskula Indigenous* dari Lahan Penanaman Jagung dan Kacang Kedelai pada Gambut Kalimantan Barat. *Agro*, 1(1): 50-60.

Pamungkas, R. D. S. dan Mokhammad I. 2018. Isolasi Bakteri *Rhizobium* dari Tumbuhan Leguminosa yang Tumbuh di Lahan Bergambut. *Agroteknologi*, 9(1): 31-40.

Parmar, P., and S.S. Shindu. 2013. Potassium Solubilization by Rhizosphere Bacteria: Influence of Nutritional and Environmental Conditions. *JMR*, 3(1): 25-31.

- Pitoyo. 2016. *Pengomposan Pelepah Daun Salak Dengan Berbagai Macam Aktivator*. Makalah Seminar Hasil, Univresitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.
- Pramushinta, I.A.K dan R. Yulian. 2020. Pemberian POC (Pupuk Organik Cair) Air Limbah Tempe dan Limbah Buah Pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Pharmacy and Science*, 5(1): 29-32.
- Pramono, Y. B., Ani H., dan Tyas U. 2003. Kinetika Pertumbuhan *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus* sp. pada Media MRS Cair. *Tekmol. Dan Industri Pangan*, 14(1): 46-50.
- Prasetyani, C.E., Y. Nuraini, dan D. Sucahyono. 2021. Pengaruh salinitas tanah terhadap efektivitas bakteri Rhizobium sp. toleran salinitas pada tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill). *J. Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 8(1) : 281-292.
- Prasetyo, M. T., I. G. M. Kusnarta., & L. E. Susilowati. (2023). The Quality of Compost Made From a Mixture of Oyster Mushroom Baglog Waste and Cow Manure with the Addition of Dekomposer of Promi, MA-11, and BPF. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(2), 464-471.
- Pratiwi, P., M. Marwanto, W. Widodo dan M. Handajaningsih. (2021). Kandungan Nitrat Daun, Pertumbuhan, Dan Hasil Biomassa Sawi Dan Pakcoy Pada Pemberian Pupuk Nitrogen Anorganik Dan Kompos Azolla Secara Berimbang. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 23(1):.1-8.
- Purwaningsih, O., D. Indradewa, S. Kabirun, dan D. Shiddiq. 2012. Tanggapan Tanaman Kedelai Terhadap Inokulasi Rhizobium. *Agrotrop*, 2(1): 25 – 32.
- Purwaningsih, S. 2015. Pengaruh Inokulasi Rhizobium Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) Varietas Wilis Di Rumah Kaca (Effect Of Rhizobium Inoculation On The Growth Of Glycine Max L. Wilis Variety In Green House). *Berita Biologi*, 14(1): 69-76.
- Qdais, A. H. A. and M.F. Hamoda. 2014. Enhancement of Carbon and Nitrogen Transformation during Composting of Municipal Solid Waste. *Environmental Science and Health*, 39(2): 409-420.
- Rinawati, S.D. Yuwono, D. Hidayat dan A. Fitriani. 2016. Pengaruh Variasi Volume Rumen Sapi Sebagai Bioaktivator Pembuatan Kompos dari Sampah Rumah Tangga. *SEMNAS Sains Matematika Informatika dan Aplikasi IV*, 4(1): 1-10.

- Rosalina, R. Prachayani dan N.P. Ningrum. 2020. Uji Kualitas Pupuk Kompos Organik Rumah Tangga Menggunakan Metode Aerob *Effective Microorganism* 4(EM4) Dan *Balck Soldier Fly* (BSF). *Warta Akrab*, 44(2): 9-21.
- Saidi, N., M. Cherif, N. Jedidi, M. Mahrouk, M. Furnio, A. Boudabous dan A. Hassen. 2008. Evolution of Biochemical Parameters during Composting of Various Wastes Compost. *American Journal of Environmental Sciences*, 4(4): 332-341.
- Sandi dan R. Hartono. 2020. Sistem Kendali dan Monitoring Kelembapan, Suhu dan pH pada Proses Dekomposisi Pupuk Kompos dengan Kendali Logika Fuzzy. *Telekontran*, 8(2): 154-164.
- Santoso, Shela Permatasari. (2012). Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Pembuatan Natrium Karboksimetil Selulosa. *Jurnal Teknik Kimia*, 11(3), 125
- Saragih, P.D. dan Ardian. 2017. Pengaruh Pemberian Kompos Kulit Buah Kakao terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao Hibrida (*Theobroma Cacao* L.). *Jom Faperta*, 4(2): 1-12.
- Sari, C.M., Karmilawati dan Kahirurrahmi. 2020. Analisis Kualitas Kompos Dengan Perbedaan Jenis Limbah dan Lama Fermentasi. *Jar*, 3(1): 21-27.
- Sari, R. dan Retno P. 2015. *Rhizobium*: Pemanfaatannya sebagai Bakteri Penambat Nitrogen. *Info Teknis Eboni*, 12(1): 51-64.
- Setyorini, D., R. Saraswati dan E. K. Anwar. 2016. *Kompos – Pupuk Organik dan Hayati*. BBSDLP – Badan Litbang Pertanian: Bogor.
- Siagian, S.W., Y. Yuriandala dan F.B. Maziya. 2021. Analisa Suhu, pH dan Kuantitas Kompos Hasil Pengomposan Reaktor Aerob Termodifikasi Dari Sampah Sisa Makanan Dan Sampah Buah. *Sains Dan Teknologi Lingkungan*, 13(2): 166-176.
- Silva, A.P.D., C.N. Nabais and D.C.B.B Gomes. 2019 The Influence of The Type Dose of Manure Toward Growth and Development of Plants Pakcoy Mustard (*Brassica chinensis* L.). *Ijdr*, 9(1): 25222-25228.
- Simanungkalit, R.D.M., R.Saraswati , R.D. Hastuti dan E Husen. 2006. *Bakteri Penambat Nitrogen*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.

- Singh, R. K., N. Malik and S. Singh. 2013. Impact of Rhizobial Inoculation and Nitrogen Utilization in Plant Growth Promotion of Maize (*Zea Mays L.*). *Nusantara Bioscience*, 5(1): 8-14.
- Siswanto, B. dan W. Widowati. (2017). Pengaruh Pemberian Pupuk Petroganik dan Kompos Pada Vertisol Bekas Galian Pembuatan Batu Bata Terhadap Serapan N Serta Pertumbuhan Tanaman Jagung. *Buana Sains*, 17(1): 95-102.
- Sofa, N., Gt.M. Hatta dan Y.F. Ariifin. 2022. Analisis Kompos Berbahan Dasar Sampah Organik di Lingkungan Kampus dengan Aktivator EM4, Kotoran Sapi dan Kotoran Unggas dalam Upaya mendukung Gerakan Kampus Hijau. *Hutan Tropis*, 10(1): 70-80.
- Suryanti, I.A.P dan I.M.P.A Santiasa. 2020. Macronutrients Level and Total of Bacteria From Combination of Banana Stems and Coconut Fibers With MA-11 As Bioactivator. *Jornal of Physics : Conference Series*, 1503(1): 1-8.
- Suryantini. 2015. *Pembintilan dan Penambatan Nitrogen pada Tanaman Kacang Tanah*. Jakarta: Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi.
- Surtinah, S. (2013). Pengujian Kandungan Unsur Hara Dalam Kompos Yang Berasal Dari Serasah Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays saccharata*). *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 11(1): 11-17.
- Susilo, M dan Sumarji. 2018. Pengaruh Macam Pupuk Kandang dan Dosis Pupuk NPK Mutiara Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Panjang (*Vigna Sinensis L.*) Varietas Hijau. *Hijau Cendekia*, 3(1): 41-45.
- Suwahyono, Untung. 2014. *Cara Cepat Buat Kompos dari Limbah*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Suwantati, E.P.S. dan P Widyaningrum. 2017. Pemanfaatan MOL Limbah Sayur pada Proses Pembuatan Pupuk Kompos. *Mipa*, 40(1): 1-6.
- Suyono, Y. dan Farid S. 2011. Identifikasi dan Karakterisasi Bakteri *Pseudomonas* pada Tanah yang Terindikasi Terkontaminasi Logam. *Biopropal Industri*, 2(1): 8-13.
- Utami, S., D.M. Tarigan and I.F. Syair. 2020. Respon of Growth Mustard Plants Pakchoy (*Brassica chinensis L.*) the Composting of Plants Medium and Dosage of NPK by Verticulture. *Sustainabel Agriculture and Natural*, 2(1): 1-6.
- Wardiah, Linda, dan H. Rahmatan. 2014. Potensi Limbah Air Cucian Beras Sebagai Pupuk Organik Cair Pada Pertumbuhan Pakchoy (*Brassica rapa L.*). *Jurnal Biologi Edukasi*. 6(1) : 34-38.

- Wardinal, Safika, dan Yulia S. I. 2019. Identifikasi *Lactobacillus* sp. pada Orangutan Sumatera (*Pongo abelii*) Liar Menggunakan Kit Api 50 CHL di Stasiun Penelitian Suaq Belimbing Aceh Selatan. *Biotik*, 7(1): 49-56.
- Widodo, K. H., & Kusuma, Z. (2018). Pengaruh Kompos Terhadap Sifat Fisik Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Jagung di Inceptisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 5(2), 959-967.
- Yuanita, F., S.D. Mentari dan Roby. 2020. Sifat Fisik dan Kimia Pupuk dari Limbah Kulit Ubi Kayu (*Manihot utilissima*) dengan Aktivator Tricholant. *Buletin Loupe*, 16(1): 14-20.
- Yulianto, A. 2009. Pembuatan Kompos dari Tanda Kosong Kelapa Sawit. *Infosawit Juni*, 49-51.
- Zulaika, A., Tri E. B. S., dan Nita N. 2017. Penentuan Potensi Kemampuan *Trichoderma* sp. dalam Proses Degradasi Sampah Plastik Rumah Tangga. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah*, XV: 137-146.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian



1. Penghalusan kulit singkong



2. Pemberian Dedak



3. Penambahan Bioaktivator



4. Penyiraman Bioaktivator



5. Pengadukan dan penyimpanan kompos



6. Pengukuran suhu



7. Pemanenan kompos H+42



8. Penanaman benih kedelai



9. Pengukuran tinggi tanaman



10. Pengukuran volume akar



11. Penghitungan bintil akar



12. Penghitungan berat basah Brangksan



12. Pengukuran berat kering
Brangkasan

Lampiran 2. Data pengamatan suhu setiap minggu

Jenis Pupuk	H+7	H+14	H+21	H+28	H+35	H+42
B1	30,8	36,6	49,1	41,7	30,1	29,3
B2	32,4	44,7	51,2	40,4	31,3	29,1

Lampiran 3. Analisis sidik ragam ANOVA menggunakan IBM SPSS 20

		ANOVA				
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Tinggi Tanaman (cm)	Between Groups	370.208	5	74.042	5.490	0.003
	Within Groups	242.750	18	13.486		
	Total	612.958	23			

Bintil Akar	Between Groups	1995.708	5	399.142	5.365	0.003
	Within Groups	1339.250	18	74.403		
	Total	3334.958	23			
Volume Akar (ml)	Between Groups	718.000	5	143.600	4.377	0.009
	Within Groups	590.500	18	32.806		
	Total	1308.500	23			
Berat Basah Brangkasan (gr)	Between Groups	1421.094	5	284.219	5.795	0.002
	Within Groups	882.797	18	49.044		
	Total	2303.890	23			
N Total Jaringan	Between Groups	8.789	5	1.758	4.494	0.008
	Within Groups	7.041	18	.391		
	Total	15.831	23			
Berat Kering Brangkasan (gr)	Between Groups	68.771	5	13.754	6.665	0.001
	Within Groups	37.145	18	2.064		
	Total	105.915	23			
Serapan_N_tanam	Between Groups	1589.235	5	317.847	9.516	0.000
	Within Groups	601.199	18	33.400		
	Total	2190.434	23			

Lampiran 4. Analisis DMRT Tinggi Tanaman Kedelai dengan Taraf Kepercayaan 95%

No	variasi penelitian	ulangan				Rata-rata	SD
		1	2	3	4		
1	A0	31	40	36	34	35,25	3,77492
2	A1	27	29	32	37	31,25	4,34933
3	A2	36	33	27	33	32,25	3,77492
4	A3	34	33	40	40	36,75	3,77492
5	A4	48	44	41	40	43,25	3,59398
6	A5	35	41	37	37	37,50	2,51661

Tinggi Tanaman (cm)				
Duncan ^a				
Dosis Pupuk	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
tanah+pupuk MA11 160gr	4	31.2500		
tanah+pupuk MA11 200gr	4	32.2500	32.2500	
tanah tanpa pupuk	4	35.2500	35.2500	
tanah+pupuk M21 160 gr	4	36.7500	36.7500	
tanah+pupuk urea 0,4 gr	4		37.5000	
tanah+pupuk M21 200gr	4			43.2500
Sig.		0.066	0.078	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.				
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.				

Lampiran 5. Analisis DMRT Volume Akar Tanaman Kedelai dengan Taraf Kepercayaan 95%

No	variasi penelitian	ulangan				Rata-rata	SD
		1	2	3	4		
1	A0	13	24	28	19	21,00	6,48074
2	A1	15	18	23	24	20,00	4,24264
3	A2	26	21	14	32	23,25	7,63217
4	A3	16	27	16	20	19,75	5,18813
5	A4	33	44	31	34	35,50	5,8023
6	A5	31	23	22	28	26,00	4,24264

Volume Akar (ml)			
Duncan ^a			
Dosis Pupuk	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
tanah+pupuk M21 160 gr	4	19.7500	
tanah+pupuk MA11 160gr	4	20.0000	
tanah tanpa pupuk	4	21.0000	
Tanah+pupuk MA11 200gr	4	23.2500	
tanah+pupuk urea 0,4 gr	4	26.0000	
tanah+pupuk M21 200gr	4		35.5000
Sig.		0.181	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.			

Lampiran 6. Analisis DMRT Bintil Akar Tanaman Kedelai dengan Taraf Kepercayaan 95%

No	variasi penelitian	ulangan				Rata-rata	SD
		1	2	3	4		
1	A0	0	0	0	0	0,00	0
2	A1	7	11	9	20	11,75	5,7373
3	A2	23	9	6	8	11,50	7,76745
4	A3	22	36	26	16	25,00	8,40635
5	A4	32	46	14	11	25,75	16,3783
6	A5	13	4	7	9	8,25	3,77492

Bintil Akar			
Duncan ^a			
Dosis Pupuk	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
tanah tanpa pupuk	4	0.0000	
tanah+pupuk urea 0,4 gr	4	8.2500	
Tanah+pupuk MA11 200gr	4	11.5000	
tanah+pupuk MA11 160gr	4	11.7500	
tanah+pupuk M21 160 gr	4		25.0000
tanah+pupuk M21 200gr	4		25.7500
Sig.		0.092	0.903
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.			

Lampiran 7. Analisis DMRT Berat Basah Brangkas Tanaman Kedelai dengan Taraf Kepercayaan 95%

No	variasi penelitian	ulangan				Rata-rata	SD
		1	2	3	4		
1	A0	14,6	26,5	26,42	19,73	21,81	5,76075
2	A1	9,55	11,61	15,47	23,05	14,92	5,94958
3	A2	25,79	22,55	8,42	18,39	18,79	7,54618
4	A3	20,79	35,81	31,41	18,45	26,62	8,32942
5	A4	41,56	45,48	37,32	32,45	39,20	5,60074
6	A5	21,63	33,09	21,41	13,01	22,29	8,24557

Berat Basah Brangkas (gr)				
Duncan ^a				
Dosis Pupuk	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
tanah+pupuk MA11 160gr	4	14.9200		
Tanah+pupuk MA11 200gr	4	18.7875	18.7875	
tanah tanpa pupuk	4	21.8125	21.8125	
tanah+pupuk urea 0,4 gr	4	22.2850	22.2850	
tanah+pupuk M21 160 gr	4		26.6150	
tanah+pupuk M21 200gr	4			39.2025
Sig.		0.188	0.163	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.				
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.				

Lampiran 8. Analisis DMRT Berat Kering Brangkasan Tanaman Kedelai dengan Taraf Kepercayaan 95%

No	variasi penelitian	ulangan				Rata-rata	SD
		1	2	3	4		
1	A0	3,66	6,15	5,9	4,6	5,08	1,16391
2	A1	2,19	2,77	3,16	5,4	3,38	1,4044
3	A2	5,58	5,17	1,89	4,55	4,30	1,65991
4	A3	4,96	7,64	7,37	4,25	6,06	1,70279
5	A4	9,31	9,86	8,4	7,4	8,74	1,07865
6	A5	4,93	6,84	4,89	3,18	4,96	1,49539

Berat Kering Brangkasan (gr)				
Duncan ^a				
Dosis Pupuk	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
tanah+pupuk MA11 160gr	4	3.3800		
Tanah+pupuk MA11 200gr	4	4.2975	4.2975	
tanah+pupuk urea 0,4 gr	4	4.9600	4.9600	
tanah tanpa pupuk	4	5.0775	5.0775	
tanah+pupuk M21 160 gr	4		6.0550	
tanah+pupuk M21 200gr	4			8.7425
Sig.		0.141	0.128	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.				
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.				

Lampiran 9. Analisis DMRT N Total Jaringan Tanaman Kedelai dengan Taraf Kepercayaan 95%

No	variasi penelitian	ulangan				Rata-rata	SD
		1	2	3	4		
1	A0	3,32	3,52	2,54	2,94	3,08	0,43297
2	A1	2,45	4,6	2,74	2,13	2,98	1,10836
3	A2	2,86	3,32	2,21	2,72	2,78	0,45697
4	A3	3,96	4,59	4,69	4,88	4,53	0,39858
5	A4	4,49	3,11	2,96	3,97	3,63	0,72445
6	A5	2,73	2,79	2,95	3,17	2,91	0,19664

N Total Jaringan			
Duncan ^a			
Dosis Pupuk	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Tanah+pupuk MA11 200gr	4	2.7775	
tanah+pupuk urea 0,4 gr	4	2.9100	
tanah+pupuk MA11 160gr	4	2.9800	
tanah tanpa pupuk	4	3.0800	
tanah+pupuk M21 200gr	4	3.6325	3.6325
tanah+pupuk M21 160 gr	4		4.5300
Sig.		.097	.057
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.			

Lampiran 10. Analisis DMRT Serapan N Tanaman Kedelai dengan Taraf Kepercayaan 95%

No	variasi penelitian	ulangan				Rata-rata	SD
		1	2	3	4		
1	A0	12,15	21,65	14,99	13,52	15,58	4,21115
2	A1	5,36	12,74	8,66	11,5	9,57	3,28258
3	A2	16,17	17,16	4,18	12,38	12,47	5,89967
4	A3	19,64	35,07	34,56	20,74	27,50	8,45824
5	A4	41,8	30,66	24,86	29,38	31,68	7,19391
6	A5	13,46	19,08	14,42	10,08	14,26	3,71351

Serapan_N_tanaman			
Duncan ^a			
Dosis Pupuk	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
tanah+pupuk MA11 160gr	4	9.5650	
Tanah+pupuk MA11 200gr	4	12.4725	
tanah+pupuk urea 0,4 gr	4	14.2600	
tanah tanpa pupuk	4	15.5775	
tanah+pupuk M21 160 gr	4		27.5025
tanah+pupuk M21 200gr	4		31.6750
Sig.		.193	.321
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.			