

**PENGARUH PEMBERIAN GELOMBANG MIKRO PADA PUPUK
ORGANIK TERHADAP KANDUNGAN UNSUR HARA PUPUK SERTA
IMPLIKASINYANYA PADA PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN
ANTIOKSIDAN PADA TANAMAN SAWI HIJAU (BRASSICA JUNCEA L.)**

SKRIPSI

Oleh:

NADIA DWI WIDYADANA
NIM. 200604110013



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

**PENGARUH PEMBERIAN GELOMBANG MIKRO PADA PUPUK
ORGANIK TERHADAP KANDUNGAN UNSUR HARA PUPUK SERTA
IMPLIKASINYA PADA PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN
ANTIOKSIDAN PADA TANAMAN SAWI HIJAU (BRASSICA JUNCEA L.)**

SKRIPSI

**Diajukan kepada :
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

Oleh:

**NADIA DWI WIDYADANA
NIM. 200604110013**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH PEMBERIAN GELOMBANG MIKRO PADA PUPUK ORGANIK
TERHADAP KANDUNGAN UNSUR HARA PUPUK SERTA IMPLIKASINYA
PADA PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN ANTIOKSIDAN PADA
TANAMAN SAWI HIJAU (BRASSICA JUNCEA L.)

SKRIPSI

Oleh:

Nadia Dwi Widyadana
NIM. 200604110013

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji

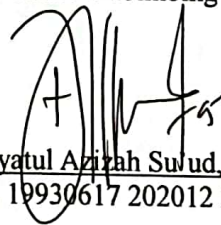
Pada Tanggal, 26 Juni 2024

Dosen Pembimbing I



Dr. H. Agus Mulyono, M. Kes
NIP. 19750808 199903 1 003

Dosen Pembimbing II



Fikriyatul Azizah Suud, M. Si
NIP. 19930617 202012 2 003

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Umar Tazi, M. Si

NIP. 19740730 200312 1 002

HALAMAN PENGESAHAN

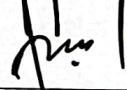
PENGARUH PEMBERIAN GELOMBANG MIKRO PADA PUPUK ORGANIK
TERHADAP KANDUNGAN UNSUR HARA PUPUK SERTA IMPLIKASINYA
PADA PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN ANTIOKSIDAN PADA
TANAMAN SAWI HIJAU (BRASSICA JUNCEA L.)

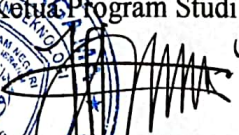
SKRIPSI

Oleh:

Nadia Dwi Widyadana
NIM. 200604110013

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji
Dan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada Tanggal, 26 Juni 2024

Ketua Penguji	: <u>Dr. Drs. H. Mokhamad Tirono, M.Si</u> NIP. 19641211 199111 1 001	
Penguji Anggota	: <u>Farid Samsu Hananto, S.Si, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Sekretaris Penguji	: <u>Dr. H. Agus Mulyono, M.Kes</u> NIP. 19750808 199903 1 003	
Anggota Penguji	: <u>Fikriyatul Azizah Su'ud, M. Si</u> NIP. 19930617 202012 2 003	

Mengetahui,
Ketua Program Studi

Dr. Imam Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002



HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : NADIA DWI WIDYADANA
NIM : 200604110013
Program Studi : FISIKA
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Judul Penelitian : Pengaruh Pemberian Gelombang Mikro pada Pupuk Organik terhadap Kandungan Unsur Hara Pupuk serta Implikasinya pada Pertumbuhan dan Kandungan Antioksidan pada Tanaman Sawi Hijau (*Brassica Juncea* L.)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustakan. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur – unsur jiplakan maka saya bersedia untuk menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 19 Juni 2024
Yang Membuat Pernyataan,



Nadia Dwi Widyadana
NIM. 200604110013

MOTTO

من سار على الدرب وصل

Man saaro alaa darbi wasola

“Barang siapa berjalan pada jalannya, maka dia akan sampai (pada tujuannya)”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulis persembahkan karya tulis ini kepada kedua orang tua “Bapak Damun dan Ibu Diana Heny Setyosari” yang selalu memberikan dukungan moril maupun materil, serta untaian doa yang mengalir tiada henti.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji Syukur dipanjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan nikmatnya berupa kesehatan, kesempatan, serta kesabaran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan semaksimal mungkin. Sholawat serta salam tidak lupa selalu tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita, umatnya dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang benderang melalui cahaya iman dengan pedoman Al-Qur'an dan Al-hadits. Semoga kelak kita termasuk umat yang mendapatkan syafaatnya. Aamiin

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak yang terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Orang tua tercinta beserta keluarga yang telah memberikan perhatian, nasihat, do'a, dan dukungan baik moril maupun materil yang tak mungkin terbalaskan.
2. Bapak Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Bapak Dr. Imam Tazi, M.Si, selaku Ketua Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Bapak Dr. H. Agus Mulyono, M. Kes dan Ibu Fikriyatul Azizah Su'ud, M. Si, selaku Dosen Pembimbing Skripsi Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

5. Seluruh dosen Program Studi Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah berbagi ilmu dan pengetahuan berharga dalam mendukung penulisan skripsi ini.
6. Staf dan pegawai di UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah membantu kami dengan keramahan dan pelayanan yang baik.
7. Seluruh sahabat dan teman-teman yang telah mengisi kehidupan penulis dalam keadaan suka maupun duka.
8. Seluruh pihak yang telah membantu penulis secara langsung maupun tidak langsung demi keberhasilan penulisan skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan mereka dengan berlipat ganda, baik di dunia maupun di akhirat. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pembaca, serta turut berkontribusi pada perkembangan ilmu pengetahuan. Untuk itu, penulis dengan lapang hati mengharapkan kritik dan saran untuk perbaikan dalam penyusunan selanjutnya. Terlepas dari segala kekurangan, semoga skripsi ini dapat memberikan informasi dan kontribusi positif serta bermanfaat bagi kita semua Aamiin.

Malang, 24 Oktober 2023

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
مستخلص البحث.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Gelombang Mikro	7
2.2 Pupuk Organik.....	13
2.3 Unsur Hara pada Tanaman dan Pupuk	16
2.4 Tanaman Sawi Hijau (Brassica Juncea L.)	18
2.4.1 Klasifikasi.....	19
2.4.2 Morforologi	19
2.5 Aktivitas Antioksidan Tanaman.....	21
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Jenis Penelitian	25
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.3 Alat dan Bahan	26
3.3.1 Alat Penelitian.....	26
3.3.2 Bahan Penelitian	26
3.4 Variabel Penelitian.....	27
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	27
3.6 Prosedur Penelitian.....	27
3.6.1 Preparasi Sampel dan Pemberian Gelombang Mikro.....	29
3.6.2 Pengukuran Parameter Pupuk Organik.....	29
3.6.3 Pemberian Pupuk Organik Hasil Paparan Gelombang Mikro pada Tanaman Sawi Hijau (Brassica juncea L.)	34
3.6.4 Pengukuran Respon Pertumbuhan Sawi Hijau	34
3.6.5 Uji Aktivitas Antioksidan pada Tanaman Sawi	35
3.7 Teknik Pengumpulan Data	37
3.8 Analisis Data.....	42

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1 Data Hasil Penelitian	43
4.1.1 Kandungan Unsur Hara pada Pupuk Organik dengan Paparan Gelombang Mikro	44
4.1.2 Respon Pertumbuhan Sawi (<i>Brassica Juncea</i> L.) dengan Variasi Pupuk Organik Teradiasi Gelombang Mikro.....	64
4.2 Pembahasan	80
4.2.1 Pengaruh Gelombang Mikro terhadap Kandungan Unsur Hara Pupuk Organik.....	80
4.2.2 Pengaruh Pupuk Organik dengan Paparan Gelombang Mikro terhadap Respon Pertumbuhan Sawi (<i>Brassica Juncea</i> l.) dan Kandungan Antioksidannya.....	89
4.3 Pengaruh Gelombang Mikro pada Pupuk Organik serta Implikasinya terhadap Respon Pertumbuhan Sawi Hijau dalam Perspektif Islam	92
BAB V PENUTUP	97
5.1 Kesimpulan.....	97
5.2 Saran.....	98
DAFTAR PUSTAKA.....	99
LAMPIRAN.....	105

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Spektrum gelombang elektromagnetik (Wikipedia, 2023)	7
Gambar 2.2 Tanaman sawi	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	28
Gambar 4.1 Grafik pengaruh daya terhadap nilai pH pupuk organik	46
Gambar 4.2 Grafik pengaruh waktu terhadap nilai ph pupuk organik.....	46
Gambar 4.3 Grafik pengaruh variasi daya terhadap kadar air pupuk organik	50
Gambar 4.4 Grafik pengaruh variasi waktu terhadap kadar air	50
Gambar 4.5 Grafik variasi daya terhadap kandungan c-organik.....	53
Gambar 4.6 Grafik variasi waktu paparan terhadap c-organik	54
Gambar 4.7 Grafik variasi daya terhadap kandungan phosphor	57
Gambar 4.8 Grafik variasi waktu paparan terhadap kandungan phosphor	58
Gambar 4.9 Grafik variasi daya terhadap kandungan nitrogen.....	61
Gambar 4.10 Grafik variasi waktu paparan terhadap kandungan nitrogen.....	62
Gambar 4.11 Grafik hubungan variasi pupuk dengan panjang sawi hijau.....	67
Gambar 4.12 Grafik hubungan variasi pupuk dengan lebar daun sawi	70
Gambar 4.13 Grafik hubungan variasi pupuk dengan jumlah daun.....	73
Gambar 4.14 Grafik hubungan variasi pupuk dengan berat panen sawi.....	75
Gambar 4.15 Grafik variasi pupuk terhadap kandungan vitamin c sawi hijau	77
Gambar 4.16 Grafik pengaruh variasi pupuk terhadap kandungan antosianin	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Acuan Mutu Pupuk Organik (Keputusan Menteri Pertanian nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 tentang-Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik Pupuk Hayati dan Pembenah Tanah, 2019).....	15
Tabel 3.1 Kadar c-organik pada pupuk organik	37
Tabel 3.2 Kadar nitrogen pada pupuk organik	38
Tabel 3.3 Kadar fosfor pada pupuk organik	38
Tabel 3.4 Kadar air pada pupuk organik	38
Tabel 3.5 Derajat keasaman pada pupuk organik.....	39
Tabel 3.6 Implikasi respon pertumbuhan tanaman sawi	39
Tabel 3.7 Data berat tanaman sawi	41
Tabel 3.8 Data kadar antosianin pada sawi hijau	41
Tabel 3.9 Data kadar vitamin c pada sawi hijau.....	42
Tabel 4.1 Pengaruh gelombang mikro terhadap nilai pH pupuk organik.....	45
Tabel 4.2 Hasil uji faktorial terhadap nilai pH pupuk organik.....	47
Tabel 4.3 Hasil uji DMRT variasi daya terhadap nilai pH pupuk organik.....	47
Tabel 4.4 Hasil uji DMRT variasi waktu terhadap nilai pH pupuk organik.....	48
Tabel 4.5 Pengaruh gelombang mikro pada kadar air pupuk organik.....	49
Tabel 4.6 Hasil uji faktorial terhadap nilai kadar air pupuk organik.....	50
Tabel 4.7 Hasil uji DMRT variasi daya terhadap nilai kadar air.....	51
Tabel 4.8 Hasil uji DMRT variasi waktu terhadap nilai kadar air.....	52
Tabel 4.9 Pengaruh gelombang mikro terhadap kandungan c-organik.....	52
Tabel 4.10 Hasil uji faktorial terhadap kandungan c-organik	54
Tabel 4.11 Hasil uji DMRT variasi daya terhadap kandungan c-organik	55
Tabel 4.12 Hasil uji DMRT variasi waktu terhadap kandungan c-organik.....	56
Tabel 4.13 Pengaruh gelombang mikro pada kandungan phosphor	56
Tabel 4.14 Hasil uji faktorial kandungan phosphor pupuk organik	58
Tabel 4.15 Hasil uji DMRT variasi daya terhadap kandungan phosphor.....	59
Tabel 4.16 Hasil uji DMRT variasi waktu terhadap kandungan phosphor	60
Tabel 4.17 Pengaruh gelombang mikro pada kandungan nitrogen	61
Tabel 4.18 Hasil uji faktorial terhadap kandungan nitrogen pupuk organik.....	63
Tabel 4.19 Hasil uji DMRT variasi daya terhadap kandungan nitrogen	63
Tabel 4.20 Hasil uji DMRT variasi waktu terhadap kandungan nitrogen.....	64
Tabel 4.21 Pengaruh pemberian variasi pupuk pada panjang sawi hijau (<i>Brassica juncea l.</i>).....	66
Tabel 4.22 Hasil uji anova satu arah terhadap panjang sawi hijau.....	67
Tabel 4.23 Hasil uji DMRT panjang sawi hijau	68
Tabel 4.24 Pengaruh pemberian pupuk organik dengan paparan gelombang mikro pada lebar daun sawi hijau (<i>Brassica juncea l.</i>).....	69
Tabel 4.25 Hasil uji anova terhadap lebar daun sawi hijau.....	70
Tabel 4.26 Hasil uji DMRT variasi pupuk terhadap lebar daun sawi hijau	71
Tabel 4.27 Pengaruh variasi pemberian pupuk organik terhadap jumlah daun sawi hijau (<i>Brassicca juncea l.</i>)	72
Tabel 4.28 Hasil uji anova terhadap jumlah daun tanaman sawi hijau	73
Tabel 4.29 Pengaruh variasi pemberian pupuk organik pada berat panen sawi hijau (<i>Brassica juncea l.</i>)	74
Tabel 4.30 Hasil uji anova terhadap berat panen sawi hijau	75

Tabel 4.31 Pengaruh variasi pemberian pupuk organik terhadap kandungan vitamin c pada sawi hijau (<i>Brassica juncea l.</i>).....	76
Tabel 4.32 Hasil uji anova pada kandungan vitamin c sawi hijau	77
Tabel 4.33 Hasil uji DMRT variasi pupuk terhadap kandungan vitamin c	77
Tabel 4.34 Pengaruh variasi pemberian pupuk terhadap kandungan antosianin pada sawi hijau (<i>Brassica juncea l.</i>).....	79
Tabel 4.35 Hasil uji anova pada kandungan antosianin sawi hijau.....	80

ABSTRAK

Widyadana, Nadia Dwi. 2024. **Pengaruh Gelombang Mikro pada Pupuk Organik Terhadap Kandungan Unsur Haranya dan Implikasinya pada Pertumbuhan dan Kandungan Antioksidan Sawi Hijau (*Brassica Juncea* L.)**. Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. H. Agus Mulyono, M.Kes. (II) Fikriyatul Azizah Su'ud, M. Si.

Kata Kunci : gelombang mikro, pupuk organik, kandungan unsur hara, sawi hijau

Salah satu inovasi yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan pupuk terlepas dari pembatasan subsidi pupuk adalah dengan menggunakan olahan pupuk organik. Terlepas dari manfaatnya, pupuk organik memiliki kekurangan yaitu kandungan unsur haranya relatif sedikit dalam penggunaan yang relatif besar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh gelombang mikro terhadap kandungan unsur hara pupuk serta implikasinya terhadap respon pertumbuhan sawi hijau (*Brassica Juncea* L.). Hasil penelitian menunjukkan bahwa gelombang mikro memberikan pengaruh terhadap kandungan nitrogen, phosphor, karbon organik, nilai pH, dan kadar air pada pupuk. Dapat diketahui bahwa variasi daya 600 watt selama 5 dan 10 menit memberikan hasil yang paling optimal. Nilai kandungan nitrogen dan phosphor meningkat seiring dengan diberikan variasi daya dan lama paparan yang besar pada sawi hijau. Sedangkan kandungan karbon organik dan kadar air akan semakin menurun ketika diberikan variasi daya dan waktu yang semakin besar. Selain itu, diamati pengaruh tanaman sawi yang diberikan variasi pupuk tersebut, diperoleh bahwa panjang dan lebar sawi hijau menunjukkan pengaruh yang nyata. Respon pertumbuhan sawi hijau menunjukkan hasil yang optimal dengan variasi pemberian pupuk berdaya 600 watt. Hal ini disebabkan karena kandungan unsur hara yang tinggi seiring dengan kenaikan daya dan variasi waktu yang diberikan pada pupuk. Sedangkan untuk kandungan antioksidan pada sawi tidak memberikan pengaruh yang signifikan.

ABSTRACT

Widyadana, Nadia Dwi. 2024. **The Effect of Microwaves in Organic Fertilizer on its Nutrient Element Content and Its Implications for the Growth and Antioxidant of Greens Mustard (*Brassica Juncea L.*)**. Thesis. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Supervisor: (I) Dr. H. Agus Mulyono, M.Kes. (II) Fikriyatul Azizah Su'ud, M. Si.

Keywords : microwaves, organic fertilizer, nutrient content, greens mustard

One innovation to completely fertilizer meet with regard to fertilizer subsidies is to use organic fertilizer. Regardless of its benefits, organic fertilizer has a drawback, namely that it contains relatively few nutrient elements in a relatively large amount of use. This research aims to determine the effect of microwaves on the nutrient content of fertilizer and its implications for the growth response of green mustard (*Brassica Juncea L.*). The research results show that microwaves have an influence on nitrogen, phosphorus, organic carbon, pH value, and fertilizer moisture content. It can be seen that variations in power of 600 watts for 5 and 10 minutes provide the most optimal results. The values of nitrogen and phosphorus increase along with large variations in power and duration of exposure to green mustard. Meanwhile, the value of organic carbon and water content decreases when given greater variations in power and time. Apart from that, the effect of green mustard given variations in fertilizer was observed, and it was found that the length and width of mustard showed a real influence. The growth response of green mustard showed optimal results with variations in the application of 600-watt-microwaves-irradiated fertilizer. This can occur due to the high nutrient content as a result of increasing power and variations in the timing of fertilizer application. Meanwhile, the antioxidant content in green mustard does not have a significant effect.

مستخلص البحث

ويديادانا، نادية دوي. ٢٠٢٤. تأثير الموجات الدقيقة على السماد العضوي على محتواه الغذائي وتأثيراته على نمو الخردل الأخضر ومحتواه المضاد للأكسدة (Brassica Juncea L.). قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة الإسلام نيغري مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشريف الأولي : الدكتور الحاج أغوس مليونو المجستير، المشريف الثانية : فكرية العزيزة سعود المجستير.

الكلمات الرئيسية : الموجات الدقيقة، السماد العضوي، محتواه الغذائي، الخردل الأخضر

أحد الابتكارات التي تم إجراؤها لتلبية احتياجات الأسمدة بغض النظر عن قيود دعم الأسمدة هو استخدام الأسمدة العضوية. بصرف النظر عن الفوائد، فإن الأسمدة العضوية لها عيب، وهو أن محتوى المغذيات صغير نسبياً في التطبيقات الكبيرة نسبياً. تهدف هذه الدراسة إلى تحديد تأثير الموجات الدقيقة على المحتوى الغذائي للأسمدة وآثارها على استجابة نمو الخردل الأخضر (Brassica Juncea L.). أظهرت نتائج البحث أن الموجات الدقيقة لها تأثير على محتوى النيتروجين والفوسفور وثاني أكسيد الكربون وقيمة الرقم الهيدروجيني والمحتوى المائي للأسمدة العضوية. توفر اختلافات الطاقة البالغة ٦٠٠ واط لمدة ٥ و ١٠ دقائق أفضل النتائج. زادت قيم محتوى النيتروجين والفوسفور مع اختلافات القوة ووقت التعرض. وفي الوقت نفسه، سينخفض محتوى الكربون العضوي ومحتوى الماء عند حدوث اختلافات أكبر في الطاقة والوقت. بصرف النظر عن ذلك، تم إعطاء الأسمدة المختلفة لخضر الخردل ولوحظت استجابة النمو لخضر الخردل. أظهرت النتائج أن طول وعرض الخردل الأخضر أظهر تأثيراً حقيقياً. تظهر استجابة النمو لخضر الخردل نتائج مثالية مع وجود اختلافات في تطبيق سماد ٦٠٠ واط. يمكن أن يحدث هذا بسبب المحتوى الغذائي العالي، نتيجة لزيادة الطاقة والاختلافات في توقيت تطبيق الأسمدة. وفي الوقت نفسه، فإن محتوى مضادات الأكسدة في الخردل ليس له تأثير كبير.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peraturan Menteri Pertanian No. 10 Tahun 2022 mengatur beberapa regulasi tentang alokasi dan HET pupuk bersubsidi, kriteria pupuk bersubsidi, serta pengadaan dan penyaluran pupuk bersubsidi. Peraturan tersebut membatasi jenis pupuk subsidi yang sebelumnya lima jenis yakni ZA, Urea, NPK, SP-36, dan pupuk organik Petroganik menjadi dua jenis yaitu Urea dan NPK. Selain itu, pupuk subsidi yang sebelumnya menyasar 70 komoditas pertanian, kini menyisakan 9 komoditas utama yakni padi, jagung, kedelai, cabai, bawang merah, bawang putih, tebu, kopi dan kakao (Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia nomor 10 Tahun 2022 tentang Tata Cara Penetapan Alokasi dan Harga Eceran Tertinggi Pupuk Bersubsidi Sektor Pertanian, 2022). Peraturan ini menyebabkan distribusi pupuk yang tidak adil dan tidak tepat sasaran, serta biaya subsidi lebih besar daripada manfaat yang diperoleh. Sehingga adanya regulasi ini menjadi salah satu delima di masyarakat, khususnya masyarakat yang mayoritas bekerja sebagai petani (Nugraha, 2023).

Ketersediaan pupuk yang berkualitas dapat mencukupi kebutuhan produksi pertanian untuk keberlangsungan petani, khususnya petani kecil. Pupuk merupakan kebutuhan utama dalam sektor pertanian. Pupuk berperan dalam pemenuhan nutrisi tanaman yang dapat menunjang pertumbuhan dan produk di tanaman. Pembatasan subsidi pupuk menjadi penghalang untuk meningkatkan produksi pertanian karena terbatasnya akses input pertanian. Sehingga menyebabkan tidak terpenuhinya kebutuhan pupuk bersubsidi petani dan berimbas pada menurunnya produktivitas

pertanian. Salah satu inovasi yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan pupuk terlepas dari pembatasan subsidi pupuk adalah dengan menggunakan olahan pupuk organik (Prana dkk., 2023).

Sabda Allah SWT menunjukkan tentang kekuasaan-Nya dengan berbagai macam ciptaan-Nya. Pada quran surat Al-Mu'minun ayat 21, sebagai berikut:

وَإِنَّ لَكُمْ فِي الْأَنْعَامِ لَعِبْرَةً لِّتُسْقُواْ مِنَّا فِي بُطُونِهَا وَلَكُمْ فِيهَا مَنفَعٌ كَثِيرٌ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ

Artinya: “dan sesungguhnya pada binatang-binatang ternak, benar-benar terdapat pelajaran yang penting bagi kamu, Kami memberi minum kamu dari air susu yang ada dalam perutnya, dan (juga) pada binatang-binatang ternak itu terdapat faedah yang banyak untuk kamu, dan sebagian daripadanya kamu makan,” (QS. Al-Mu'minun: 21)

Dikutip dari Tafsir Quraish Shihab, QS. Al-Mu'minun ayat 21 menunjukkan kekuasaan ciptaan Allah SWT pada hewan-hewan ternak seperti unta, sapi, dan kambing. Mereka merupakan bukti kekuasaan dan pertanda kemurahan hati Allah dalam menganugrahkan karunia untuk manusia. Kalian Kami beri minum susu murni, lezat dan mudah diminum, yang keluar dari dalam perut hewan-hewan itu. Selain susu, hewan-hewan itu mengandung daging, kulit dan bulu yang juga sangat berguna. Dari hewan-hewan itu kalian dapat hidup memperoleh rezeki. Tafsir dari ayat tersebut, menunjukkan bahwa hewan ternak mengandung sejuta manfaat.

Salah satu pemanfaatan hewan ternak adalah limbah atau kotorannya yang dapat digunakan sebagai pupuk kandang atau pupuk organik. Pemanfaatan ini turut menjadi solusi permasalahan pembatasan subsidi pupuk. Kebutuhan pupuk yang tidak terpenuhi akibat adanya pembatasan subsidi pupuk dapat terpenuhi dengan penggunaan produk pupuk organik olahan pribadi bersumber dari limbah ternak. Pupuk kandang merupakan pupuk yang berasal dari kotoran hewan dan mengandung unsur hara makro dan mikro. Pupuk kandang menyediakan unsur hara

makro dan mikro dan mempunyai daya ikat ion yang tinggi sehingga akan mengefektifkan bahan anorganik dalam tanah (Timung dkk., 2023).

Terlepas dari manfaatnya, pupuk kandang juga memiliki kekurangan yaitu pupuk kandang bersifat ruah (*bulky*) sehingga ketika digunakan dalam jumlah besar kandungan unsur hara baik mikro dan makro relatif sedikit, dapat menurunkan kualitas air bila berdekatan dengan sumber air, serta untuk mengetahui efek pemberian pupuk terhadap tanaman biasanya diperlukan waktu yang lama (Basysya dkk., 2022). Selain itu kualitas pupuk bergantung pada bahan bakunya. Pupuk kandang dapat bersifat racun bagi tanaman karena kandungan tembaga dan seng. Namun kelemahan dari pupuk kandang dapat diatasi dengan pengayaan unsur hara dan penambahan berbagai mikroba dalam pupuk (Rahmawati & Santoso, 2020).

Peningkatan kualitas mutu pupuk dapat dilakukan dengan berbagai cara. Pada penelitian terdahulu dilakukan penambahan bahan baku pupuk, seperti *phosphor*, dll. Penelitian ini menawarkan sebuah *treatment* dalam meningkatkan kualitas mutu pupuk organik. Peningkatan ini dilakukan dengan memapari pupuk organik dengan gelombang mikro. Abbey, dkk (2017) meneliti tentang pengaruh pemberian iradiasi gelombang mikro pada *vermicast* atau pupuk kascing. Pada penelitiannya diberikan variasi daya keluaran 0 – 800 Watt pada pupuk kascing. Variabel pengamatannya adalah jumlah air hilang, nutrisi, dan kandungan total pada pupuk. Pertumbuhan tanaman dan biomassa meningkat pada perlakuan MWI 400 W dan 800 W. Aktivitas antioksidan tertinggi terjadi pada tanaman yang diberi perlakuan 200, 400 dan 800 W. Secara kolektif temuan ini menunjukkan bahwa perlakuan 400 W meningkatkan bioavailabilitas nutrisi, dan mewakili pilihan

terbaik untuk peningkatan pertumbuhan tanaman dan peningkatan aktivitas antioksidan (Abbey dkk., 2017).

Gelombang mikro telah banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan gelombang mikro diaplikasikan pada oven *microwave*. Oven *microwave* memanaskan dengan menyebabkan molekul berputar di bawah pengaruh medan listrik yang terus berubah, biasanya dalam rentang frekuensi gelombang mikro, dan daya watt yang lebih tinggi dari oven *microwave* menghasilkan waktu memasak yang lebih cepat (Wikipedia, 2023). Dengan beberapa keunggulan dari gelombang mikro, sehingga pada penelitian ini dipilih metode pemaparan gelombang mikro untuk mengetahui peningkatan kualitas pada pupuk organik.

Penelitian yang dilakukan oleh Abbey, dkk (2017) dilakukan untuk melihat pengaruh gelombang mikro pada pupuk. Namun berbeda dengan penelitian Abbey, dkk penelitian ini menggunakan jenis pupuk. Penelitian ini akan melihat pengaruh pemberian pupuk organik terpapar gelombang mikro pada pupuk pada respon pertumbuhan tanaman sawi hijau. Terlepas dari implikasi pupuknya terhadap pertumbuhan sawi hijau, pada penelitian ini turut menampilkan kandungan unsur hara pupuk setelah dilakukan pemberian variasi gelombang mikro. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian gelombang mikro pada pupuk organik terhadap kandungan unsur hara serta implikasinya terhadap respon pertumbuhan tanaman dan kandungan aktivitas antioksidan pada tanaman sawi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Bagaimana pengaruh pemberian gelombang mikro pada pupuk organik terhadap kandungan unsur haranya?
- b) Bagaimana pengaruh pemberian pupuk organik teradiasi gelombang mikro terhadap pertumbuhan tanaman dan kandungan antioksidan pada tanaman sawi hijau?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

- a. Untuk mengetahui pengaruh pemberian gelombang mikro pada pupuk organik terhadap kandungan unsur haranya
- b. Untuk mengetahui pengaruh pemberian pupuk organik teradiasi gelombang mikro terhadap pertumbuhan tanaman dan kandungan antioksidan pada tanaman sawi hijau

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk memberikan kontribusi pengetahuan khususnya pada bidang pertanian tentang peningkatan kualitas pupuk dengan *threatment* paparan gelombang mikro.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini adalah:

- a. Pupuk organik yang digunakan adalah pupuk organik kambing

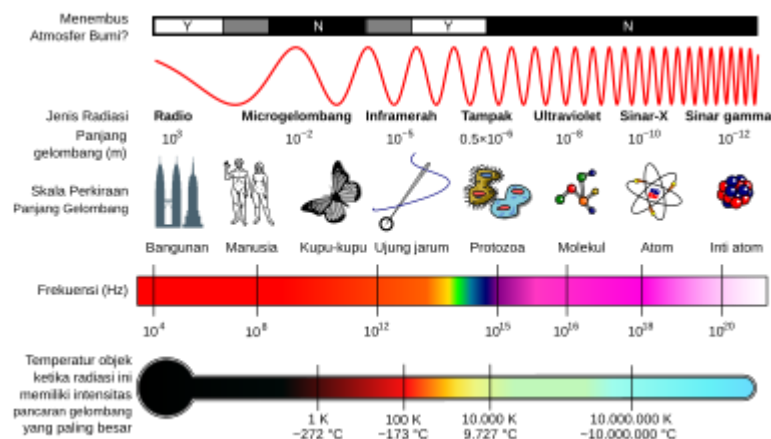
- b. Paparan gelombang mikro melalui *oven microwave* dengan paparan daya 100 W, 300 W, 450 W, dan 600 W serta dilakukan selama 0, 5, dan 10 menit
- c. Kualitas mutu pupuk diamati kadar air, N, P, C-organik, dan nilai pH nya
- d. Respon pertumbuhan tanaman sawi hijau diamati tinggi tanaman, lebar daun, jumlah daun, dan berat tanaman setelah panen serta kandungan aktivitas antioksidan pada tanaman sawi berupa kandungan vitamin C dan antosianin

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gelombang Mikro

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang merambat tegak lurus terhadap amplitudo dan terdiri dari gelombang magnet dan Listrik (Sarojo, 2011). Gelombang elektromagnetik contohnya adalah gelombang radio, TV, radar, mikro, cahaya, sinar X, dan sinar. Sifat umum gelombang adalah bahwa merambat dengan kecepatan yang sama dengan kecepatan cahaya (c). Perbedaan antara gelombang tersebut adalah panjang gelombangnya (λ). Gelombang elektromagnetik digunakan setiap hari di ruang bebas dan interaksinya dengan organisme hidup baru-baru ini menjadi perhatian. Misalnya, gelombang 2,45 GHz biasanya digunakan pada peralatan gelombang mikro di rumah tangga (Özorak dkk., 2013), serta untuk Wi-Fi, Bluetooth, dan telepon nirkabel.



Gambar 2.1 Spektrum gelombang elektromagnetik (Wikipedia, 2023)

Sabda Allah SWT pada Quran surah As Saba ayat 10, Al Anbiya ayat 79, dan As Sad ayat 36 sebagai berikut:

Qs As Saba ayat 10

وَلَقَدْ آتَيْنَا دَاوُدَ مِنَّا فَضْلًا يَجِبَالُ أَوْبَىٰ مَعَهُ وَالطَّيْرُ وَآلَنَّا لَهُ الْحَدِيدَ ﴿١٠﴾

Artinya : “*Sungguh, benar-benar telah Kami anugerahkan kepada Daud karunia dari Kami. (Kami berfirman), “Wahai gunung-gunung dan burung-burung, bertasbihlah berulang kali bersama Daud!” Kami telah melunakkan besi untuknya.*”

Pada ayat ini Allah menyebutkan anugerah-Nya kepada salah seorang hamba yang taat, Nabi Daud. Dan sungguh, telah Kami berikan kepada Daud karunia yang besar dari Kami. Kami berfirman, “Wahai gunung-gunung dan burung-burung! Bertasbihlah berulang-ulang bersama Daud.” Dan selain anugerah itu, Kami juga telah melunakkan besi untuknya seperti lilin agar bisa dimanfaatkan sesuai kebutuhan.

Qs Al Anbiya ayat 79

فَفَهَّمْنَاهَا سُلَيْمَانَ وَكُلًّا آتَيْنَا حُكْمًا وَعِلْمًا وَسَخَّرْنَا مَعَ دَاوُدَ الْجِبَالَ يُسَبِّحْنَ وَالطَّيْرَ وَكُنَّا فَاعِلِينَ ﴿٧٩﴾

Artinya : “*Lalu, Kami memberi pemahaman kepada Sulaiman (tentang keputusan yang lebih tepat). Kepada masing-masing (Daud dan Sulaiman) Kami memberi hikmah dan ilmu. Kami menundukkan gunung-gunung dan burung-burung untuk bertasbih bersama Daud. Kamilah yang melakukannya.*”

Dalam QS Al Anbiya menerangkan bahwa Allah SWT telah menurunkan rahmat dan karunia-Nya kepada mereka, yaitu hukum-hukum dan ilmu pengetahuan, baik mengenai agama, atau pun masalah duniawi. Allah menjelaskan nikmat yang khusus dikaruniakan-Nya kepada Nabi Daud as yaitu: bahwa Allah telah menjadikan gunung-gunung dan burung-burung tunduk kepada Daud a.s., semuanya bertasbih bersamanya. Pada akhir ayat Allah SWT menegaskan bahwa Allah memiliki kuasa untuk memberikan karunia-Nya, karena Dialah pencipta dan pemilik seluruh alam ini.

Qs As Sad ayat 36

فَسَخَّرْنَا لَهُ الرِّيحَ تَجْرِي بِأَمْرِهِ رُخَاءً حَيْثُ أَصَابَ ﴿٣٦﴾

Artinya : *“Kami menundukkan kepadanya angin yang berhembus dengan baik menurut perintahnya ke mana saja yang ia kehendaki.”*

Pada quran surah As Sad ayat 36, Allah menjawab doa Nabi Sulaiman as dengan beberapa nikmat yang diberikan-Nya. Pertama: Allah menganugerahkan kepada Nabi Sulaiman as kekuasaan menundukkan angin. Dengan izin Allah, angin berhembus dengan kencang atau gemulai menurut kehendaknya pula. Allah menundukkan {untuknya angin yang berhembus dengan baik} dengan lembut dan tidak menyebabkan gangguan dalam hembusannya {menurut perintahnya ke mana saja yang dia kehendaki} sesuai keinginannya

Dari ketiga ayat tersebut, Allah SWT memberikan sifat-sifat mulia kepada Nabi Daud dan Nabi Sulaiman. Mereka dianugrahi hikmah dan ilmu yang mana ilmu ini menjadi acuan untuk teknologi radar masa kini, yang bekerja dengan pantulan gelombang elektromagnetik. Kata ”أَوْبِي” dalam ayat QS. Saba ayat 10, diterjemahkan “kembali atau pengulangan suara,” mengingatkan gema berbasis teknologi radar. Radar menggunakan gelombang mikro untuk menemukan lokasi, kecepatan, dan arah benda bergerak atau diam.

Salah satu jenis gelombang elektromagnetik adalah gelombang mikro, yang memiliki frekuensi super tinggi (*Super High Frequency*, SHF), yang lebih tinggi dari 3 GHz (3×10^9 Hz). Sebuah benda akan memanaskan jika menyerap gelombang mikro. Radiasi gelombang mikro pada makanan menyebabkan makanan menjadi panas dan masak dalam waktu singkat. Proses inilah yang dimanfaatkan dalam oven *microwave*. Gelombang mikro, yang memiliki frekuensi sekitar 10^{10} Hz, juga digunakan oleh radar untuk mencari dan mengidentifikasi jejak suatu benda (Alaydrus, 2020).

Ada beberapa peraturan tentang penggunaan gelombang mikro berdasarkan tingkat penyerapan spesifik manusia (SAR; W/kg) untuk aplikasi nirkabel seperti ponsel. Pada tahun 1996, *National Academy of Sciences* menyimpulkan bahwa penggunaan gelombang mikro tidak mempengaruhi kesehatan hewan pada tingkat bisnis penggunaan EMF karena tidak ada bukti yang ditemukan yang menunjukkan bahwa paparan EMF menyebabkan kanker, bencana saraf, atau kesuburan rendah, atau mencegah pertumbuhan anak yang sehat. Namun, bagaimana dampaknya terhadap organisme hidup lainnya seperti serangga, mikroba, atau tanaman tidak diketahui (Systems dkk., 1997).

Penggunaan gelombang mikro diaplikasikan pada oven *microwave*. Oven *microwave* atau biasa disebut *microwave* merupakan oven listrik yang memaparkan radiasi elektromagnetik dalam rentang frekuensi gelombang mikro yang lazimnya digunakan untuk memanaskan dan memasak (The Editors of Encyclopedia, 2023). Oven *microwave* merupakan pemanas bahan makanan homogen dan berkadar tinggi yang dapat berfungsi dengan cepat dan efisien karena eksitasi cukup seragam di bagian luar 25–38 mm. *Microwave* bekerja dengan memancarkan radiasi gelombang mikro, biasanya pada frekuensi 2.450 MHz. Oven *microwave* memanaskan dengan menyebabkan molekul berputar di bawah pengaruh medan listrik yang terus berubah, biasanya dalam rentang frekuensi gelombang mikro, dan daya watt yang lebih tinggi dari oven *microwave* menghasilkan waktu memasak yang lebih cepat (Wikipedia, 2023).

Oven *microwave* memanfaatkan struktur dipol listrik molekul air, lemak, dan banyak zat lain dalam makanan, menggunakan proses yang dikenal sebagai pemanasan dielektrik. Molekul-molekul ini memiliki muatan positif parsial di satu

ujung dan muatan negatif parsial di ujung lainnya. Dalam medan listrik bolak-balik, mereka akan terus berputar, karena mereka terus mencoba menyelaraskan diri dengan medan listrik. Hal ini dapat terjadi pada rentang frekuensi yang luas (Soltysiak dkk., 2011). Energi medan listrik diserap oleh molekul dipol, sebagai energi rotasi (artinya, mereka berputar). Kemudian mereka menabrak molekul non-dipol lain dan membuatnya bergerak lebih cepat juga, berbagai peningkatan energinya lebih dalam ke dalam substansi, seperti rotasi molekul, getaran, atau gerakan lain yang menandakan peningkatan suhu makanan. Jadi, sekali energi medan listrik awalnya diserap, panas secara bertahap akan menyebar ke seluruh objek, mirip dengan perpindahan panas lainnya melalui kontak dengan benda yang lebih panas (Zitzewitz, 2011). Energi panas yang dihasilkan dari pergerakan molekul ini akan berfungsi sebagai pemanas bahan dalam *microwave*.

Gelombang mikro memiliki dua fungsi utama yaitu sebagai garis vector energi dan sebagai komunikasi. Tak hanya itu, gelombang mikro memiliki kemampuan mengubah energi elektromagnetik yang diserap menjadi energi panas ketika berinteraksi langsung dengan material (Mandal dkk., 2007). Gelombang mikro dapat menimbulkan pemanasan, gelombang ini terbentuk dari dua bidang tegak lurus yang berisolasi, yaitu medan listrik dan medan magnet. Berbeda dengan pemanasan konvensional, pemanasan dengan gelombang mikro terjadi pada target dan selektif. Pemanasan gelombang mikro terjadi pada sistem tertutup karena tidak ada panas yang berpindah ke lingkungan (Kabir, 2023).

Pemanasan dengan gelombang mikro hanya dapat dilakukan pada molekul yang berpasangan dengan medan gelombang mikro. Pada gelombang mikro, efisiensi pemanasannya bergantung pada sifat dielektrik bahan yang didefinisikan

oleh dua parameter. Parameter pertama adalah konstanta dielektrik ϵ' yang berarti kepolaran dari molekul dalam bidang dielektrik. Parameter kedua adalah *dielectric loss factor* ϵ'' , parameter ini mengukur efisiensi energi gelombang mikro yang terserap dengan mengubahnya menjadi panas. Secara elektrik, interaksi gelombang mikro dengan materi digambarkan dengan permitivitas relatif kompleks ϵ^* . Permitivitas relatif kompleks dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\epsilon^* = \epsilon' - j\epsilon'' \quad (2.1)$$

Penyerapan gelombang mikro ditandai dengan adanya permeabilitas dan permitivitas. Permeabilitas adalah ukuran pengaruh medan magnet gelombang elektromagnetik pada sebuah material dan permitivitas merupakan ukuran pengaruh medan listrik pada sebuah material. Penyerapan energi gelombang mikro dapat diketahui dari persamaan sebagai berikut:

$$P_v = 2\pi f \epsilon_0 \epsilon'' |E|^2 \quad (2.2)$$

Energi yang dikembangkan per satuan volume dilambangkan dengan P_v (W/m³), f melambangkan frekuensi (Hz), ϵ_0 menunjukkan permitivitas vakum (F/m) dan $|E|$ menunjukkan kuat medan listrik dalam beban (V/m).

Energi yang dihasilkan gelombang mikro dapat dituliskan sebagai berikut:

$$u = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 + \frac{1}{2\mu_0} B^2 \quad (2.3)$$

Dimana u merupakan energi, ϵ_0 menunjukkan nilai permeabilitas medan listrik, μ_0 menunjukkan permeabilitas medan magnet, E merupakan medan listrik (V/m), dan B merupakan medan magnet (T). Medan magnet dan medan listrik dapat diketahui hubungannya dari persamaan berikut ini (Young & Freedman, 2002):

$$B = \frac{E}{c} = \sqrt{\epsilon_0 \mu_0} E \quad (2.4)$$

2.2 Pupuk Organik

Dalam Surat Al-An'am Ayat 95 Allah SWT menjelaskan bahwa atas karunia-Nya, Allah SWT telah menumbuhkan tumbuhan. Lafadz ayat tersebut adalah sebagai berikut:

إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَى يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ ذَٰلِكُمْ اللَّهُ فَتَأَنَّى تُؤْفَكُونَ ﴿٩٥﴾

Artinya: “*sesungguhnya Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan. Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup. (Yang memiliki sifat-sifat) demikian ialah Allah, maka mengapa kamu masih berpaling?*”

Allah SWT atas kuasa-Nya menumbuhkan tanaman biji – bijian, serta tanaman buah – buahan. Dengan kuasa-Nya, Ia mengeluarkan yang hidup dari yang mati. Tanaman memerlukan nutrisi dari benda mati yang kerap disebut dengan istilah pupuk. Pemupukan merupakan penambahan sesuatu yang mati yaitu pupuk terhadap tanah (benda mati) sehingga dapat menumbuhkan tanaman (mahluk hidup). Allah SWT atas kuasa-Nya menjelaskan bahwa mahluk hidup pasti akan mati dan Allah SWT atas kuasa-Nya mengeluarkan yang mati dari yang hidup.

Pupuk merupakan sebuah produk berupa bahan mineral yang ditambahkan atau diberikan ke dalam tanah baik organik maupun anorganik dengan tujuan untuk menggantikan kehilangan unsur hara dari dalam tanah (Ariandi, 2019). Pupuk merupakan sebuah komoditi sebagai peningkat suplemen unsur makro dan mikro tanaman agar tanaman menjadi lebih produktif. Tanaman yang memiliki produktivitas yang tinggi akan menghasilkan kualitas maupun kuantitas produk pertanian maupun perkebunan akan lebih baik. Pupuk terbagi menjadi 2 macam diantaranya: pupuk anorganik dan pupuk organik (Fathoni dkk., 2020).

Pupuk anorganik merupakan pupuk yang berasal dari proses rekayasa kimia, fisik, dan atau biologis. Sedangkan pupuk organik merupakan olahan pupuk yang sebagian besar terdiri dari bahan organik seperti tanaman atau hewan. Pupuk organik dapat berbentuk padat atau cair dan berfungsi sebagai penyuplai bahan organik untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Pupuk anorganik dapat merangsang pertumbuhan secara keseluruhan, terutama cabang, batang, dan daun, serta berperan penting dalam pembentukan hijau daun, sementara pupuk organik memperbaiki struktur tanah, meningkatkan penyerapan air oleh tanah, dan sebagai sumber makanan bagi tanaman (Dewanto dkk., 2013).

Salah satu cara untuk mengatasi kelangkaan pupuk kimia di pasaran adalah dengan menggunakan pupuk organik. Keberadaan mikroorganisme di dalamnya dapat meredam kelangkaan pupuk kimia, dan bukan hanya itu, pupuk organik juga menjawab permintaan dan pasokan, yang kadang-kadang tidak menguntungkan petani. Kementerian Pertanian telah menerbitkan standar kualitas yang dapat diandalkan untuk menghasilkan pupuk organik berkualitas tinggi. Standar ini digunakan sebagai acuan mutu pupuk yang terlihat pada Tabel 2.1.

Pupuk organik mempunyai peran penting dalam upaya memperbaiki kesuburan tanah dengan aman. Pupuk organik merupakan sebuah produk yang terbebas dari bahan kimia berbahaya. Pupuk organik berasal dari sisa bahan organik seperti tanaman, hewan, dan limbah organik yang telah mengalami fermentasi atau dekomposisi. Pada pembuatan pupuk organik, bahan yang sering digunakan adalah kotoran hewan, jerami, sekam padi, tanaman pisang, sayuran busuk, sabut kelapa, dan lain-lain. Penambahan bahan organik pada pupuk dapat meningkatkan

perkembangan dan pertumbuhan mikroorganisme dalam tanah (Rahmawati & Santoso, 2020).

Tabel 2.1 Acuan Mutu Pupuk (Keputusan Menteri Pertanian nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 tentang-Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik Pupuk Hayati dan Pembenh Tanah, 2019)

No	PARAMETER	SATUAN	STANDAR MUTU	
			MURNI	DIPERKAYA MIKROBA
1.	C – organik	%	minimum 15	minimum 15
2.	C/N	–	≤ 25	≤ 25
3.	Kadar Air	% (w/w)	8-20	10-25
4.	Hara makro (N + P ₂ O ₅ + K ₂ O)	%	minimum 2	
5.	Hara mikro Fe total Fe tersedia Zn	ppm ppm ppm	maksimum 15.000 maksimum 500 maksimum 5000	maksimum 15.000 maksimum 500 maksimum 5000
6.	pH	–	4 – 9	4 – 9
7.	<i>E.coli</i> <i>Salmonella sp</i>	Cfu/g atau MPN/g cfu/g atau MPN/g	< 1 x 10 ² < 1 x 10 ²	< 1 x 10 ² < 1 x 10 ²
8.	Mikroba fungsional**	cfu/g	-	≥ 1 x 10 ⁵
9.	Logam berat: As Hg Pb Cd Cr Ni	ppm ppm ppm ppm ppm ppm	maksimum 10 maksimum 1 maksimum 50 maksimum 2 maksimum 180 maksimum 50	maksimum 10 maksimum 1 maksimum 50 maksimum 2 maksimum 180 maksimum 50
10.	Ukuran butir 2-4,75mm***	%	minimum 75	minimum 75
11.	Bahan ikutan (plastik, kaca, kerikil)	%	maksimum 2	maksimum 2
12.	Unsur/senyawa lain**** Na Cl	ppm ppm	maksimum 2.000 maksimum 2.000	maksimum 2.000 maksimum 2.000

Kotoran hewan memiliki potensi untuk diolah menjadi pupuk organik seperti kompos yang dimanfaatkan sebagai peningkat daya dukung lingkungan. Pupuk organik berbahan kotoran hewan atau yang biasa disebut dengan pupuk

kandang merupakan olahan pupuk yang diproses dengan pengomposan berbahan kotoran sapi, kambing, kerbau, kelinci, dan ayam. St. Rohani, dkk (2016) dalam penelitiannya menyampaikan bahwa pada urine sapi terkandung kadar nitrogen 36,90-37,31%, fosfat 16,5- 16,8 ppm, dan kalsium 0,67-1,27 % dimana dengan jumlah kandungan tersebut telah memenuhi jumlah ideal kandungan sebuah pupuk. Pada setiap limbah ternak memiliki kandungan unsur hara yang berbeda karena kualitas hasil pupuk bergantung dengan makanan yang di konsumsi oleh ternak tersebut (Rohani dkk., 2016).

Kualitas pupuk organik sangat beragam sesuai dengan kualitas dari bahan dasar. Penggunaan pupuk organik akan memberikan pertumbuhan dan produksi tanaman yang baik apabila mendapatkan sebuah formulasi pupuk. Penelitian Tulungen, dkk (2019) menunjukkan bahwa penggunaan formulasi pupuk organik yang tepat dapat menggantikan peran pupuk anorganik. Pemberian dosis pupuk 20/ha mampu menurunkan setengah dosis pupuk anorganik. Parameter yang diamati dalam peneliannya adalah tinggi tanaman jagung manis.

2.3 Unsur Hara pada Tanaman dan Pupuk

Unsur hara merupakan sebuah unsur yang dibutuhkan tanaman guna tanaman dapat memenuhi keperluan fisiologisnya. Ditinjau dari segi peranan unsur hara dalam menunjang proses fisiologisnya, konsep unsur hara dibagi menjadi dua istilah yaitu unsur hara essensial dan unsur hara fungsional. Unsur hara essensial dibagi menjadi dua, yaitu unsur hara makro dan mikro. Terdapat 16 jenis unsur hara yang mutlak (essensial) yang diperlukan oleh tanaman agar dapat berkembang dan tumbuh secara optimal, yaitu sebagai berikut (Mansyur dkk., 2021) :

- a. Unsur hara makro, merupakan kelompok unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar, yaitu: N, P, K, O, C, Ca, Mg, dan S.
- b. Unsur hara mikro, merupakan kelompok unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah kecil, yaitu: Zn, Mn, Cu, B, Fe, Cl, dan Mo

Tanaman memperoleh unsur hara dari berbagai sumber, seperti mineral atau batuan, senyawa organik maupun non organik baik yang sudah ada dalam tanah maupun tambahan, dan lain-lain. Pupuk umumnya mengandung berbagai unsur hara yang diperlukan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan yang optimal. Unsur hara ini dapat dibagi menjadi dua kategori utama: unsur hara makro dan unsur hara mikro. Berikut adalah beberapa unsur hara yang umumnya terkandung dalam pupuk:

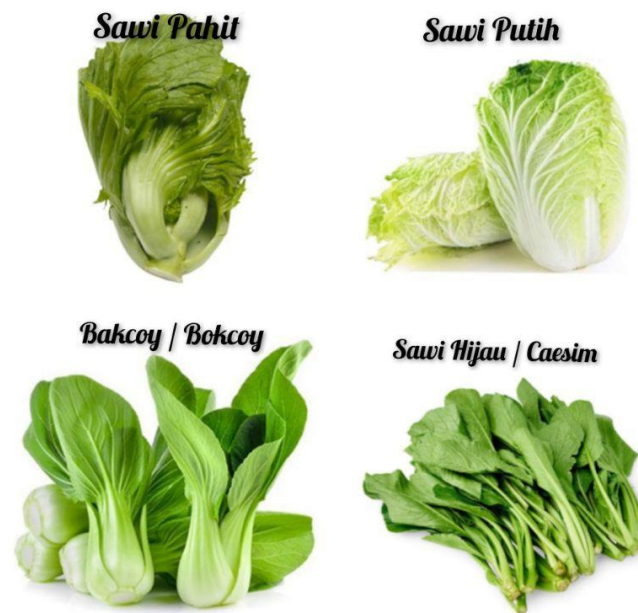
- a. Unsur Hara Makro:
 1. Nitrogen (N), untuk pertumbuhan daun dan batang, mendorong pembentukan protein, dan klorofil.
 2. Phosphor (P), berperan dalam perkembangan akar, pembentukan bunga, dan pembuahan, serta penting untuk transfer energi dalam tanaman.
 3. Kalium (K), berperan dalam mendukung perkembangan akar, pembentukan buah, dan ketahanan terhadap penyakit, serta regulasi tekanan osmotik dalam sel tanaman.
 4. Kalsium (Ca), untuk pembentukan dinding sel dan perkembangan akar.
 5. Magnesium (Mg), merupakan komponen klorofil dan berperan dalam transfer energi dalam tanaman.
 6. Sulfur (S), untuk pembentukan protein dan beberapa senyawa organik lainnya.

b. Unsur Hara Mikro (*Oligoelement*):

1. Zat Besi (Fe), untuk pembentukan klorofil dan transfer elektron dalam fotosintesis.
2. Mangan (Mn), terlibat dalam proses fotosintesis dan pembentukan klorofil.
3. Boron (B), berperan dalam pembentukan dinding sel dan perkembangan biji.
4. Tembaga (Cu), untuk perkembangan batang dan biji.
5. Seng (Zn), berperan dalam pembentukan klorofil dan metabolisme karbohidrat.
6. Molibdenum (Mo), untuk sintesis protein dan metabolisme nitrogen.

2.4 Tanaman Sawi Hijau (*Brassica Juncea L.*)

Sawi merupakan sekelompok tumbuhan dengan genus *Brassica* yang daun dan bunganya dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan (sayuran). Sawi merupakan salah satu komoditas sayuran yang memiliki banyak manfaat dan digemari oleh masyarakat Indonesia. Sawi banyak digunakan sebagai bahan olahan pangan baik sebagai bahan pokok maupun bahan pelengkap. Di Indonesia terdapat berbagai macam tanaman sawi, seperti: sawi hijau (*Brassica rapa* kelompok *parachinensis*, yang disebut sawi caisim), sawi putih (*Brassica rapa* kelompok *pekinensis*), sawi hijau jenis sesawi sayur, sawi kailan (*Brassica oleracea* kelompok *alboglabra*), sawi sendok atau sawi pakcoy atau bok choy, dan lain-lain (Parker, 1984).



Gambar 2.2 Tanaman sawi

2.4.1 Klasifikasi

Di dalam sistematika botani, tanaman sawi menempati kedudukan klasifikasi sebagai berikut (Haryanto dkk., 2007):

Regnum : Plantae

Divisio : Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae

Kelas : Dicotyledonae

Ordo : Rhoeadales (Brassicales)

Famili : Cruciferae (Brassicaceae)

Genus : Brassica

Spesies : Brassica juncea

2.4.2 Morforlogi

Sawi hijau memiliki rasa sedikit pahit, segar, dan tekstur yang renyah. Daunnya lebar, tipis, memanjang, dan berwarna hijau, dan tangkainya kecil,

panjang, dan berwarna putih kehijauan (Novianti, 2017). Morfologi dari tanaman sawi adalah sebagai berikut (Rukmana, 2001):

c. Batang

Batang berfungsi sebagai alat penopang dan pembentuk daun. Tanaman sawi memiliki batang yang hampir tidak tampak karena berbentuk pendek dan beruas – ruas. Sawi memiliki batang sejati pendek dan tegap yang terletak pada bagian dasar di dalam tanah. Batang sejati bersifat lunak dan berwarna keputihan dan kehijauan.

d. Daun

Sawi memiliki daun berbentuk bulat panjang dengan lebar yang variasi. Daun pada tanaman sawi memiliki warna hijau muda, hijau keputihan, hingga hijau tua. Sawi hijau memiliki daun yang lonjong, tidak berbuluh, dan halus, dan batangnya pendek dan beruas-ruas (Sunarjono, 2013).

e. Akar

Akar berfungsi sebagai penyerap air dan zat makanan dari dalam tanah serta untuk mengokohkan berdirinya tanaman. Sawi memiliki sistem perakaran tunggang dan memiliki cabang akar yang berbentuk bulat panjang tersebar ke semua arah pada kedalaman 30 hingga 50 cm. Menurut Cahyono (2003) dalam bukunya tentang “Teknik dan Strategi Budi Daya Sawi Hijau” akar sawi adalah akar serabut yang tumbuh dan berkembang dengan menyebar ke semua arah di sekitar permukaan tanah.

f. Bunga

Bunga dari tanaman sawi tersusun dalam tangkai bunga (*inflorescentia*) yang bercabang dan tumbuh memanjang. Setiap kuntum bunga sawi terdiri dari

empat helai daun mahkota berwarna kuning cerah, empat helai daun kelopak, empat helai benang sari, dan satu putik yang memiliki rongga sejumlah 2 (Rukmana, 2001).

g. Biji/Buah

Buah pada tanaman sawi termasuk kedalam tipe buah polong dengan ciri memanjang dan berongga. Pada setiap polong sawi berisi 2-8 butir biji sawi. Biji sawi berwarna coklat atau coklat kehitaman dan berbentuk bulat kecil dengan permukaan licin mengkilap dan keras.

2.5 Aktivitas Antioksidan Tanaman

Antioksidan merupakan senyawa pemberi elektron dan mampu mengatasi dampak negatif oksidan dalam tubuh. Antioksidan merupakan senyawa yang dapat mencegah atau memperlambat proses oksidasi dengan menghentikan reaksi berantai radikal bebas. Radikal bebas merupakan kelompok bahan kimia berupa molekul atau atom yang memiliki elektron tidak berpasangan, sehingga ketika terdapat dua radikal bebas bertemu mengakibatkan terbentuknya ikatan kovalen. Radikal bebas dengan jumlah berlebih akan mengakibatkan kerusakan sel, protein, jaringan lemak, dan asam nukleat. Disinilah peran antioksidan, yaitu sebagai penetral dan penghancur radikal bebas (Erlidawati dkk., 2018).

Antioksidan adalah molekul atau senyawa yang cukup stabil untuk mendonorkan hidrogen atau elektronnya kepada molekul atau senyawa radikal bebas dan menetralkannya, serta dapat mengurangi kemampuan sel untuk melakukan reaksi berantai radikal bebas (Ames dkk., 1993). Terdapat dua macam antioksidan, yaitu antioksidan alami dan antioksidan sintesis. Antioksidan alami

merupakan antioksidan yang lazimnya diisolasi dengan sumber alami yang berasal dari tumbuhan maupun buah – buahan. Sedangkan antioksidan sintesis merupakan antioksidan yang diperoleh dari hasil sintesis reaksi kimia.

Tubuh manusia tidak dapat memproduksi mikronutrien (antioksidan alami) dan senyawa metabolik sekunder, sehingga kadar antioksidan dapat diperoleh dari makanan. Mikronutrien utama (vitamin) antioksidan antara lain vitamin C (asam askorbat), beta karoten, dan vitamin E (alfa-tocopherol) dan beberapa senyawa metabolik sekunder seperti senyawa asam organik atau flavonoid, senyawa fenolik dapat diperoleh dari tumbuhan – tumbuhan (Cömert dkk., 2020). Tumbuhan dapat memiliki aktivitas antioksidan ketika mengandung senyawa yang mampu menangkal radikal bebas.

Antioksidan alami pada tumbuhan berasal dari kulit kayu, batang, daun, bunga, buah, dan akar (Pratt, 1992). Antioksidan pada tumbuhan merupakan kelompok senyawa bioaktif yang terdiri dari flavonoid, senyawa yang mengandung belerang, fenolik, tanin, alkaloid, dan lain-lain (Choi dkk., 2014). Penelitian Li, dkk (2018) tentang kandungan senyawa fenolik pada 12 macam kelompok tanaman Brassicaceae. Hal tersebut menunjukkan bahwa salah satu tanaman yang mengandung antioksidan adalah kelompok tanaman sawi. Sawi merupakan tanaman kaya akan antioksidan, yaitu vitamin C, vitamin A, flavonoid, sulforaphane, karoten, lutein, senyawa fenolik, flavonoid, dan antosianin.

Antosianin merupakan salah satu senyawa pigmen yang berfungsi sebagai pewarna karena dapat larut dalam air. Antosianin memiliki berbagai aktivitas biologis, salah satunya sebagai antioksidan. Antosianin berfungsi sebagai zat terlarut yang dapat digunakan untuk penyesuaian osmotik terhadap suhu rendah.

Selain itu, antosianin sebagai senyawa antioksidan berperan dalam memberikan perlindungan terhadap sinar UV dan proteksi dari cahaya tampak. Pada tubuh manusia, antosianin dapat mengurangi resiko penyakit jantung koroner, stroke, dan lain-lain (Najihah, 2023).

Vitamin C merupakan sumber vitamin yang banyak terkandung dalam sayuran hijau. Vitamin C merupakan salah satu vitamin essential yang dapat ditemukan dalam sayuran dan buah. Vitamin C memiliki beberapa fungsi, yaitu sebagai pembentuk jaringan tubuh, pembentuk kolagen, sebagai penguat pembuluh darah, sebagai penyerap zat besi, dan sebagai antioksidan. Vitamin C mutlak dibutuhkan oleh manusia. Di dalam tubuh manusia, vitamin C dapat membantu penyembuhan penyakit sariawan. Vitamin C juga dapat memberikan perlindungan sel darah putih dari pelepasan enzim saat melawan bakteri. Vitamin C sebagai antioksidan berperan dalam memproses penyembuhan luka lebih cepat serta memberikan peningkatan daya tahan tubuh dalam pelawanan stress dan infeksi.

Aktivitas antioksidan diuji untuk mengetahui aktivitas antioksidan dalam suatu sampel. Berbagai metode pengujian aktivitas antioksidan dapat mengidentifikasi karakteristik dari antioksidan pada sampel, sehingga dapat diketahui mekanisme kerja dari setiap antioksidan (Maryam dkk., 2015). Metode uji aktivitas antioksidan tersebut akan mendeteksi karakteristik yang berbeda dari antioksidan dalam sampel, hal ini menjelaskan mengapa metode pengukuran aktivitas yang berbeda akan mengacu pada pengamatan mekanisme kerja antioksidan yang berbeda pula (Hassanbaglou dkk., 2012). Beberapa metode yang dilakukan yaitu DPPH, CUPRAC, FRAP.

Pengujian aktivitas antioksidan non enzimatis pada tanaman dan bahan pangan umumnya dapat dilakukan dengan metode DPPH. DPPH atau 1,1 difenil-2-pikrihidazil merupakan senyawa radikal bebas stabil yang berfungsi sebagai pereaksi dalam uji penangkapan radikal bebas (Tristantini dkk., 2016). Uji aktivitas antioksidan dengan metode ini diamati berdasarkan hilangnya warna ungu akibat tereduksinya DPPH oleh antioksidan. Intensitas warna dari larutan uji diukur menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 520 nm.

Spektrofotometer UV-Vis adalah alat analitik yang digunakan untuk mengukur daya absorbansi cairan dengan gugus kromofor terhadap panjang gelombang cahaya tertentu. Cara kerjanya adalah dengan mengirimkan cahaya dari sumber cahaya melalui sampel cairan, lalu mendeteksi cahaya yang muncul di sisi lain. Alat ini menunjukkan keberadaan atau konsentrasi senyawa tertentu dalam sampel dengan mengukur jumlah cahaya yang diserap sampel pada panjang gelombang tertentu (Hermawan, 2023).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dasar dengan metode eksperimental. Penelitian yang digunakan yaitu penelitian dengan sampel uji coba berupa pupuk organik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh frekuensi gelombang mikro terhadap kandungan unsur hara pupuk organik dan implikasinya pada tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.).

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada waktu dan tempat sebagai berikut:

Waktu : bulan Februari 2024 hingga Mei 2024,

Tempat :

- a. Labolatorium Biofisika, Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang (Pengujian pemberian gelombang mikro pada pupuk dan pengambilan data unsur hara pupuk organik, serta uji antioksidan sawi hijau)
- b. Jalan Sidowaluyo, Ponorogo (Penanaman sawi hijau)
- c. Labolatorium Tanah, UPT PAPTH Bedali Lawang (Uji N, P, dan Kadar Air)

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat Penelitian

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: selotip, plastik, *aluminium foil*, kertas label, timbangan digital/neraca analitik, erlenmeyer, termometer, kulkas, buret dan penyangga, *hotplate*, cawan petri, cawan porselen bertutup, corong, mortar, alu, batang dan sendok pengaduk, *oven microwave*, pH meter, luxmeter, mikropipet, blender, vial, labu ukur, vortex, corong pisah, pipet volumetric, pipet ukur, *block digester*, kuvet, tabung reaksi, pipet tetes, rak tabung reaksi, labu destilasi, gelas beker, lemari asam, labu kjeldahl, oven pemanas, kertas saring W-41, tabung kimia 20 ml, spektrofotometer UV-Vis, desikator, polybag, tray, sekop, gembor air, cangkul, penggaris, alat tulis, dan *incubator/airflow*.

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: pupuk organik, aquadest, kapas kasa, larutan $K_2Cr_2O_7$, larutan H_2SO_4 pekat, larutan H_3PO_4 , indikator difenilamin/ferroin, larutan $FeSO_4$ 2 N, katalis N (HgO dan Na_2SO_4), larutan $NaOH - Na_2S_2O_3$, batu didih/ H_3BO_3 , larutan $NaOH$ 0,1 N, tetes MR (merah metil), HCl 0,02 N, larutan HNO_3 , larutan $HClO_4$, PO_4 , benih dan tanaman sawi, tanah (untuk media tanam), methanol HCl 1%, larutan buffer pH1,0 dan pH 4,5, asam askorbat atau $C_6H_8O_6$, ammonium molibdat $(NH_4)_2MoO_4$, dan kalium antimoniltartrat ($K_2Sb_2(C_4H_2O_6)$).

3.4 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini ada tiga macam, yaitu variabel bebas, variabel kontrol, dan variabel terikat.

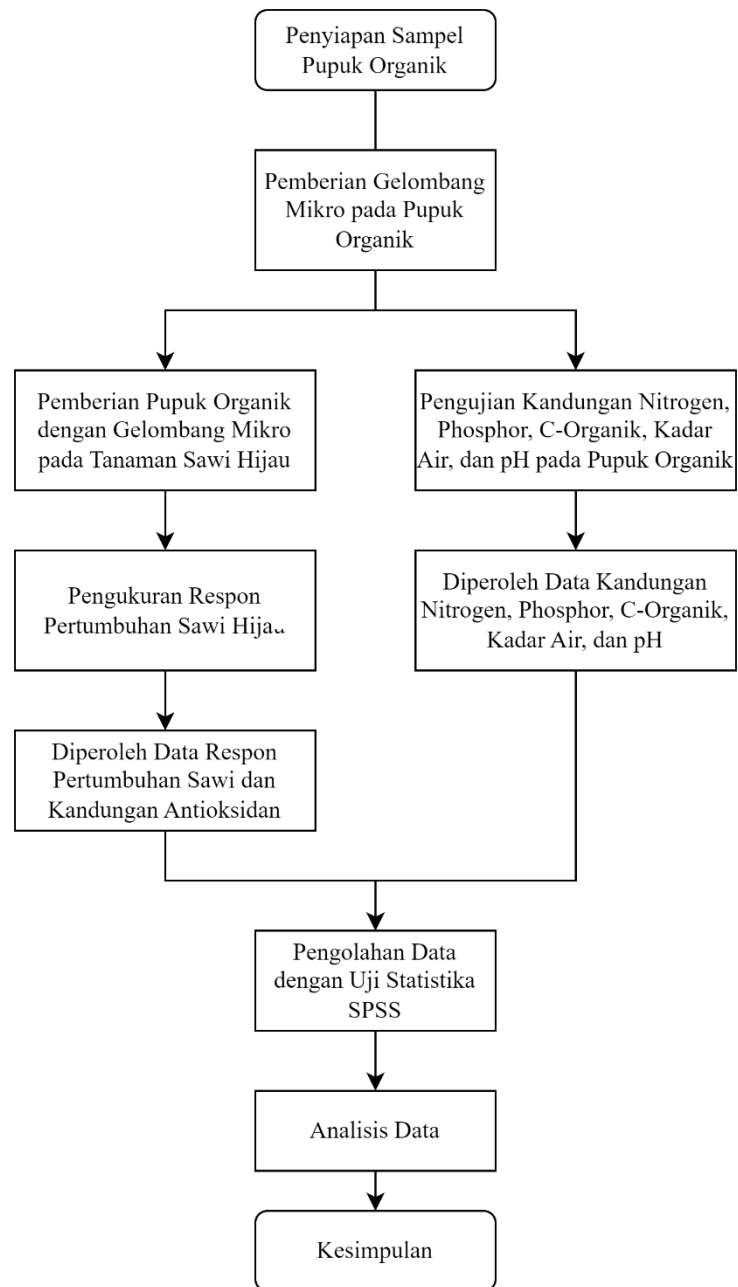
- a. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu variasi daya dan waktu pemberian gelombang mikro pada pupuk organik.
- b. Variabel terikat yaitu nilai pH pada pupuk, kadar air, unsur hara pada pupuk (kadar C-organik, P, N), respon pertumbuhan tanaman sawi hijau meliputi; tinggi tanaman, jumlah daun, lebar daun, dan berat tanaman, serta kandungan aktivitas antioksidan berupa vitamin C dan antosianin pada tanaman sawi hijau
- c. Variabel kontrol yaitu jenis dan jumlah pupuk organik yang digunakan serta benih tanaman sawi hijau

3.5 Diagram Alir Penelitian

Tahap penelitian disajikan dalam diagram alir penelitian, yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.

3.6 Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan *treatment* pada pupuk dengan memberikan paparan gelombang mikro dengan variasi daya paparan. Pengujian yang dilakukan adalah penentuan kadar unsur hara pada pupuk dan respon pertumbuhan pada tanaman sawi hijau.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Untuk lebih jelasnya, prosedur penelitian sebagai berikut:

3.6.1 Preparasi Sampel dan Pemberian Gelombang Mikro pada Pupuk Organik

Sampel berupa pupuk organik sejumlah 310 gram ditimbang kemudian diletakan pada gelas beaker dan ditandai sesuai variasi yang diberikan. Penelitian ini digunakan variasi daya 100 W, 300 W, 450 W, dan 600 W. Pada setiap variasi dilakukan 3 ulangan guna mendapatkan data yang lebih valid. Selain variasi daya, waktu paparan juga variasikan yakni selama 0, 5, dan 10 menit dengan menggunakan *oven microwave*. Setelah dilakukan pemaparan, kemudian dilakukan pengujian parameter pupuk organik.

3.6.2 Pengukuran Parameter Pupuk Organik

Pengukuran parameter pupuk organik meliputi pengukuran kadar air, nitrogen (N), karbon (C), Fosfor (P), dan derajat keasaman (pH).

a. Penentuan kadar air

Kadar air diperoleh dengan pengukuran berat sampel sebelum dan setelah di uapkan dengan cara pengeringan oven pada suhu 105°C selama semalam (16 jam). Cara kerjanya yaitu timbang masing-masing 10 gram. ke dalam cawan porselin tertutup, kemudian sampel dipanaskan ke dalam oven. Selanjutnya sampel didinginkan dalam desikator dan timbang. Simpan perlakuan untuk penetapan kadar abu (penetapan bahan organik dengan cara pengabuan).

Perhitungan kadar air adalah sebagai berikut:

$$Kadar\ air\ \% = (W - W1) \times 100/W \quad (3.1)$$

Keterangan:

W = Bobot contoh asal dalam gram

W1 = Bobot contoh setelah dikeringkan dalam gram

b. Penentuan N-total dengan Metode Kjeldahl

- Penetapan N-organik dan N-NH₄

Sebanyak 0,500 g contoh pupuk organik yang sudah dihaluskan ditimbang dan masukkan kedalam labu Kjeldahl/tabung digestor. Kemudian ditambahkan 0,25-0,50 g selenium mixture dan 3 ml H₂SO₄ pa. Selanjutnya dihomogenkan hingga merata dan biarkan 2 - 3 jam supaya diperarang. Kemudian didestruksi sampai sempurna menggunakan kenaikan suhu bertahap dari 150°C hingga maksimal 350°C. Dari proses ini akan diperoleh cairan jernih (3-3,5 jam). Setelah dingin diencerkan dengan sedikit akuades agar tidak mengkristal. Selanjutnya pindahkan larutan larutan secara kuantitatif ke dalam labu didih destilator volume 250 ml, tambahkan air bebas ion hingga setengah volume labu didih dan sedikit batu didih. Siapkan penampung destilat yaitu 10 ml asam borat 1% dalam erlenmeyer volume 100 ml yang dibubuhi 3 tetes indikator Conway. Kemudian didestilasikan dengan menambahkan 20 ml NaOH 40%. Akhir proses destilasi ditandai apabila volume cairan dalam erlenmeyer sudah mencapai sekitar 75 ml. Destilat dititrasi dengan H₂SO₄ 0,05 N. Proses titrasi berakhir ketika warna larutan berubah dari hijau menjadi merah jambu muda. Dari proses ini akan didapatkan volume titrasi (A ml) dan volume blanko (A1 ml)

- Penetapan N- NH₄

Ditimbang dengan teliti 0,500 g contoh halus dan dimasukan ke dalam labu didih destilator. Selanjutnya sampel diberikan sedikit batu didih, 0,5 ml parafin cair, dan 100 ml air bebas ion. Blanko adalah 100 ml air bebas

ion ditambah batu didih dan parafin cair. Siapkan penampung destilat yaitu 10 ml asam borat 1% dalam erlenmeyer 100 ml yang dibubuhi 3 tetes indikator Conway. Kemudian lakukan proses destilasi, dengan menambahkan 10 ml NaOH 40%. Proses destilasi selesai ketika volume cairan dalam erlenmeyer sudah mencapai sekitar 75 ml. Kemudian dilakukan titrasi hasil destilasi dengan larutan baku H_2SO_4 0,05 N, hingga larutan berubah warna dari hijau menjadi merah jambu muda). Dari proses ini akan diperoleh volume titrasi (B ml) dan volume blanko (B1 ml)

- Penetapan N- NO_3

Hasil penetapan (N- NH_4) dibiarkan dingin, kemudian ditambahkan air bebas ion (termasuk blanko) hingga volume semula. Siapkan penampung destilat yaitu 10 ml asam borat 1% dalam erlenmeyer 100 ml yang dibubuhi 3 tetes indikator Conway. Selanjutnya dilakukan destilasi, dengan menambahkan 2 g Devarda Alloy. Prosesnya dimulai tanpa pemanasan agar buih tidak meluap. Setelah buih hampir habis, pemanasan dimulai dari suhu rendah, setelah mendidih suhu dinaikkan menjadi normal. Proses ini berakhir ketika volume cairan dalam erlenmeyer sudah mencapai sekitar 75 ml. Destilat dititrasi dengan larutan baku H_2SO_4 0,05 N dan cairan telah berubah warna dari hijau menjadi merah jambu muda. Hasil titrasi akan diperoleh volume (C ml), dan volume blanko (C1 ml).

- Perhitungan

Penetapan N-organik dan N- NH_4

$$Kadar\ N(\%) = (A\ ml - A1\ ml) \times 0,05 \times 14 \times \frac{100}{mg} contoh \times fkN - NH_4 \quad (3.2)$$

Penetapan N- NH_4

$$N - NH_4(\%) = (B\ ml - B1\ ml) \times 0,05 \times 14 \times \frac{100}{mg} contoh \times fkN - NO_3 \quad (3.3)$$

Penetapan N- NO_3

$$N - NO_3(\%) = (C\ ml - C1\ ml) \times 0,05 \times 14 \times \frac{100}{mg} contoh \times fk \quad (3.4)$$

Kadar N total dan N organik dihitung dengan rumus :

$$N. organik = (Kadar\ N(\%) - kadar\ N - NH_4(\%)) \quad (3.5)$$

$$Kadar\ N - total = (Kadar\ N. org + (N - NH_4) + (N - NO_3)) \quad (3.6)$$

Keterangan :

Fk = faktor koreksi kadar air

14 = bobot setara N

c. Penentuan Kadar C-Organik dengan Metode Walkey & Black

Sampel sebanyak 1 g ditimbang dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml. Sampel ditambah dengan 10 ml $K_2Cr_2O_7$ 1 N, kemudian dihomogenkan selanjutnya ditambah 20 ml H_2SO_4 pekat lalu dihomogenkan. Sampel dibiarkan 30 menit, sambil sekali-kali dikocok. Sampel ditambah dengan akuadest 100 ml, H_3PO_4 5 ml, dan indikator difenilamin sebanyak 1 ml, kemudian sampel dititrasi dengan larutan $FeSO_4$ 1 N hingga warna berubah. Volume titrasi dicatat.

Kadar C organik dihitung dengan rumus :

$$C - Org = \frac{(NK_2Cr_2O_7 \times VK_2Cr_2O_7) - (NFeSO_4 \times VFeSO_4)}{\text{berat sampel} \times 0,77} \times 0,33 \quad (3.7)$$

d. Pengukuran P dengan Metode Spektrofotometri

Pupuk yang telah dihaluskan ditimbang 2,000 dan dimasukkan ke dalam botol kocok dan ditambahkan 10 ml HCl 25%. Selanjutnya dihomogenkan dengan mesin kocok selama 5 jam. Kemudian dimasukan ke dalam tabung reaksi dan dibiarkan semalam atau disentrifuse. Selanjutnya dipipet 0,5 ml ekstrak jernih contoh (ekstrak a) dan deret standar ke dalam tabung reaksi. Ditambahkan 9,5 ml air bebas ion (pengenceran 20 x) dan dikocok (ekstrak b) Pipet 0,5 ml ekstrak b dan deret standar masing-masing dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 0,5 ml larutan pereaksi pewarna P dan 4,5 ml air bebas ion, kemudian dikocok. Setelah homogen, didiamkan selama 30 menit, lalu ukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 889 nm.

Kadar P potensial (mg P₂O₅ 100/gr) dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar P (\%)} = \text{ppm kurva} \times 10 \times \frac{142}{190} \times fk \quad (3.8)$$

Keterangan:

Ppm kurva = kadar contoh yang didapat dari kurva regresi

Fp = faktor pengenceran (20)

Fk = 100/(100-%kadar air)

142/190 = faktor konversi bentuk PO₄ menjadi P₂O₅

e. Pengukuran Derajat Keasaman (pH)

Sampel sebanyak 10 g dditimbang dan dimasukkan dalam erlenmeyer, kemudian ditambah aquadest sebanyak 50 ml. Sampel dihomogenkan dengan vortex dan selanjutnya pH sampel diukur dengan pH meter.

3.6.3 Pemberian Pupuk Organik Hasil Paparan Gelombang Mikro pada Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

Tahapan penanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.):

- a. Pembenihan sawi hijau pada tray selama 1 minggu
- b. Pembuatan media tanam sawi hijau pada polybag ukuran 20×20 cm.
- c. Penanaman sawi hijau kedalam media tanam dilakukan setelah 1 minggu penyemaian.
- d. Perlakuan pemberian pupuk organik hasil paparan gelombang mikro dilakukan bersamaan dengan persiapan pembuatan media dengan dosis yang sama. Setiap tanaman diberikan 15 gram pupuk organik.
- e. Pemeliharaan tanaman sawi dilakukan dengan penyiraman secara rutin pada pagi dan sore hari. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan ketika terjadi ledakan populasi OPT dengan menyemprotkan pestisida
- f. Dalam hal ini pemanenan tanaman sawi dilakukan saat berumur 40 hari atau kurang lebih setelah 6 MST. Pemanenan dilakukan dengan pencabutan tanaman dengan akarnya secara langsung

3.6.4 Pengukuran Respon Pertumbuhan Sawi Hijau

Dalam penelitian ini parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, lebar daun, dan berat tanaman sawi hijau. Pengukuran parameter ini akan dilakukan mulai dari 1 minggu setelah tanam di polybag dan akan di lanjutkan ke minggu-minggu selanjutnya hingga masa panen. Adapun hal yang diamati adalah sebagai berikut:

1. Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman diukur setiap seminggu sekali. Pengukuran dimulai dari umur satu minggu setelah penanaman. Ini dilakukan dengan mengukur setiap tanaman dengan penggaris atau meteran dari pangkal batang hingga pangkal daun tertinggi.

2. Jumlah Daun

Perhitungan jumlah daun dimulai 1 minggu setelah tanaman tumbuh dan berkembang. Daun yang dihitung adalah semua daun yang ada pada setiap individu tanaman sawi.

3. Lebar Daun

Pengukuran lebar daun dilakukan setiap minggu setelah masa tanam dan diukur mulai dari tepi kiri daun sampai tepi kanan daun atau dari tengah panjang daun ke arah horizontal.

4. Berat tanaman

Penimbangan berat tanaman dilakukan setelah masa panen tanaman sawi.

3.6.5 Uji Aktivitas Antioksidan pada Tanaman Sawi

Kandungan aktivitas antioksidan yang diamati adalah kandungan antosianin dan vitamin C pada sawi. Berikut adalah prosedur ujinya (Najihah, 2023) :

- a. Prosedur uji kandungan antosianin pada tanaman sawi hijau
 1. Dihaluskan sampel uji dan ditimbang sebanyak 10 gram
 2. Sampel diletakkan pada erlenmeyer
 3. Ditambahkan larutan methanol HCl 1% sebanyak 25 ml
 4. Dilakukan perendaman sampel menggunakan pelarut organik atau disebut dengan maserasi selama 1 menit
 5. Larutan diaduk dengan shaker selama 5 menit

6. Dilakukan penyaringan dengan kertas saring
7. Hasil penyaringan dimasukkan ke dalam tabung reaksi tertutup aluminium foil dan didiamkan selama 24 jam di lemari pendingin
8. Setelah sampel mengendap, sampel ditaruh pada suhu ruang
9. Sampel dibagi menjadi 2 bagian dengan masing – masing 0,2 ml
10. Sampel pertama diberi larutan buffer pH 1,0 dan sampel kedua diberi larutan buffer pH 4,5 dengan jumlah yang sama yaitu 4,8 ml
11. Kedua larutan dihomogenkan dengan vortex
12. Selanjutnya larutan dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 700 nm dan 400 nm. Hasil pengujian akan menampilkan nilai absorbansi dari sampel
13. Nilai absorbansi akan digunakan untuk menghitung kadar antosianin

$$\text{Antosianin (ppm)} = \frac{A \times BM \times FP}{\epsilon \times l} \times 1000 \quad (3.9)$$

Keterangan :

$$A = (A_{\lambda_{400}} - A_{\lambda_{700}})_{pH1,0} - (A_{\lambda_{400}} - A_{\lambda_{700}})_{pH4,5}$$

$$\text{Koefisien Abs} = 449,2$$

- b. Prosedur uji kandungan vitamin C pada tanaman sawi hijau
 1. Ditimbang sebanyak 5 g sampel daun sawi
 2. Dihaluskan sampel tersebut dengan mortar dan pestle
 3. Ditambahkan akuades sebanyak 25 mL hingga terbentuk pasta encer.
Saringlah pasta tersebut dan ambil ekstraknya (bagian padatnya)
 4. Dipindahkan ekstrak ke labu ukur 100 mL dan tambahkan akuades hingga tanda batas (Ad)

5. Dimasukkan setiap larutan sampel sebanyak 50 mL ke dalam labu erlenmeyer 250 mL
6. Ditambahkan akuades sebanyak 50 mL
7. Ditambahkan 1 mL larutan pati 1% b/v sebagai indikator
8. Dilakukan titrasi sampel encer tersebut dengan iodine 0,1 M yang telah disiapkan pada seperangkat buret dan alat penyangganya.
9. Dilakukan 2 kali pengulangan (Duplo).
10. Nilai kadar vitamin C dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kadar Vitamin C (\%)} = \frac{V_{\text{iodine}} \times N_{\text{iodine}} \times 176 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100\% \quad (3.10)$$

3.7 Teknik Pengumpulan Data

Data yang dihasilkan pada penelitian ini akan disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 3.1 Kadar c-organik pada pupuk organik

No	Variasi Daya Paparan GM	Variasi Waktu	Kadar C-organik			Rata-Rata	Standar Deviasi
			1	2	3		
1	100 Watt	0 Menit					
2		5 Menit					
3		10 Menit					
4	300 Watt	0 Menit					
5		5 Menit					
6		10 Menit					
7	450 Watt	0 Menit					
8		5 Menit					
9		10 Menit					
10	600 Watt	0 Menit					
11		5 Menit					
12		10 Menit					

Tabel 3.2 Kadar nitrogen pada pupuk organik

No	Variasi Daya	Variasi Waktu	Kadar Nitrogen			Rata-Rata	Standar Deviasi
			1	2	3		
1	100 Watt	0 Menit					
2		5 Menit					
3		10 Menit					
4	300 Watt	0 Menit					
5		5 Menit					
6		10 Menit					
7	450 Watt	0 Menit					
8		5 Menit					
9		10 Menit					
10	600 Watt	0 Menit					
11		5 Menit					
12		10 Menit					

Tabel 3.3 Kadar fosfor pada pupuk organik

No	Variasi Daya	Variasi Waktu	Kadar Fosfor			Rata-Rata	Standar Deviasi
			1	2	3		
1	100 Watt	0 Menit					
2		5 Menit					
3		10 Menit					
4	300 Watt	0 Menit					
5		5 Menit					
6		10 Menit					
7	450 Watt	0 Menit					
8		5 Menit					
9		10 Menit					
10	600 Watt	0 Menit					
11		5 Menit					
12		10 Menit					

Tabel 3.4 Kadar air pada pupuk organik

No	Variasi Daya	Variasi Waktu	Kadar Air			Rata-Rata	Standar Deviasi
			1	2	3		
1	100 Watt	0 Menit					
2		5 Menit					
3		10 Menit					

		3									
		4									
		5									
	10 menit	1									
		2									
		3									
		4									
		5									

Tabel 3.7 Data berat tanaman sawi

No	Perlakuan Variasi Daya Paparan GM	Perlakuan Variasi Waktu Paparan GM	Berat sawi (gr)			Standar Deviasi
			1	2	3	
1	100 Watt	0 Menit				
2		5 Menit				
3		10 Menit				
4	300 Watt	0 Menit				
5		5 Menit				
6		10 Menit				
7	450 Watt	0 Menit				
8		5 Menit				
9		10 Menit				
10	600 Watt	0 Menit				
11		5 Menit				
12		10 Menit				

Tabel 3.8 Data kadar antosianin pada sawi hijau

No	Perlakuan Variasi Daya Paparan GM	Perlakuan Variasi Waktu Paparan GM	Antosianin Sawi			Rata- Rata	Standar Deviasi
			1	2	3		
1	100 Watt	0 Menit					
2		5 Menit					
3		10 Menit					
4	300 Watt	0 Menit					
5		5 Menit					
6		10 Menit					
7	450 Watt	0 Menit					
8		5 Menit					
9		10 Menit					
10	600 Watt	0 Menit					

11		5 Menit					
12		10 Menit					

Tabel 3.9 Data kadar vitamin c pada sawi hijau

No	Perlakuan Variasi Daya Paparan GM	Perlakuan Variasi Waktu Paparan GM	Vitamin C Sawi			Rata-Rata	Standar Deviasi
			1	2	3		
1	100 Watt	0 Menit					
2		5 Menit					
3		10 Menit					
4	300 Watt	0 Menit					
5		5 Menit					
6		10 Menit					
7	450 Watt	0 Menit					
8		5 Menit					
9		10 Menit					
10	600 Watt	0 Menit					
11		5 Menit					
12		10 Menit					

3.8 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan sidik ragam ANOVA satu arah atau *one way anova*.

Jika perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh pada tiap variabel yang diteliti, maka akan dilakukan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) taraf 5%.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tahapan, yakni tahap persiapan dan pemeliharaan sawi hijau, pengambilan data, dan analisis data. Tahap persiapan dilakukan dengan pemaparan 310 gram pupuk organik dengan variasi daya dan variasi waktu yang berbeda. Variasi waktu yang diberikan adalah 0 menit, 5 menit, dan 10 menit. Sedangkan variasi daya yang diberikan adalah 100 watt, 300 watt, 450 watt, dan 600 watt. Sembari dilakukan persiapan pemaparan gelombang mikro, dilakukan pula pemeliharaan sawi hijau. Sawi hijau yang telah disemai kurang lebih 2 minggu kemudian dipindahkan kedalam polybag. Respon pertumbuhan sawi hijau berupa panjang sawi, lebar daun, dan jumlah daun diamati setiap minggunya.

Setelah dilakukan pemaparan gelombang mikro, sebanyak 265 gram pupuk diamati kandungan unsur haranya dan sebanyak 15 gram pupuk diberikan kepada sawi hijau pada minggu 3 setelah masa tanam. Setiap variasi pupuk diberikan kepada 3 tanaman sawi. Pada minggu ke 4 setelah masa tanam diamati dan dicatat respon pertumbuhan sawi hijaunya. Setelah minggu ke 5 masa tanam, dilakukan panen pada sawi hijau dan ditimbang hasil panennya. Kemudian hasil panen terutama daun sawinya diekstrak untuk kemudian diuji kandungan antosianin dan vitamin C nya. Setelah didapatkan data penelitian, kemudian dilakukan analisis data.

4.1.1 Kandungan Unsur Hara pada Pupuk Organik dengan Paparan Gelombang Mikro

Dalam penelitian ini, sampel pupuk yang digunakan adalah sampel pupuk organik dari kotoran kambing. Pupuk organik padat diperlukan untuk membantu upaya pemulihan keseimbangan unsur hara tanah agar kesuburan tanah tetap terjaga. Pupuk organik memiliki kualitas pupuk yang baik dan mempunyai kandungan unsur hara yang lengkap. Namun kandungan unsur hara pada pupuk organik masih rendah, sehingga diperlukan tambahan bahan organik atau perlakuan lain untuk memaksimalkan dan menambah fungsionalitas pupuk organik (Rahmawati & Santoso, 2020).

Perlakuan pemberian gelombang mikro dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya pada kandungan unsur hara pada pupuk organik. Pupuk organik diberikan paparan gelombang mikro dengan variasi waktu dan daya. Variasi waktu diberikan 0 menit, 5 menit, dan 10 menit dan variasi daya diberikan 100 watt, 300 watt, 450 watt, dan 600 watt. Kandungan unsur hara yang diamati adalah kandungan C-organik, fosfor, nitrogen, kadar air, dan nilai pH.

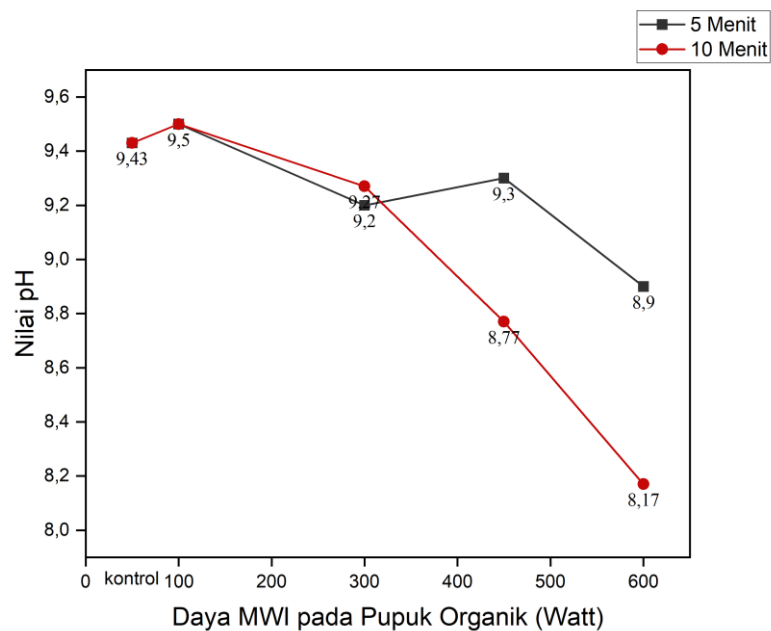
4.1.1.1 Pengaruh Gelombang Mikro terhadap Nilai pH Pupuk Organik

Salah satu sifat fisik dari pupuk organik adalah derajat keasaman atau pH. Nilai pH pada pupuk dapat menjadi indikator yang dapat digunakan untuk mengetahui kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara (Suparyana dkk., 2021). Nilai pH pada pupuk diukur dengan menggunakan instrumen pH meter. Data nilai pH pada pupuk organik ditampilkan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengaruh gelombang mikro terhadap nilai pH pupuk organik

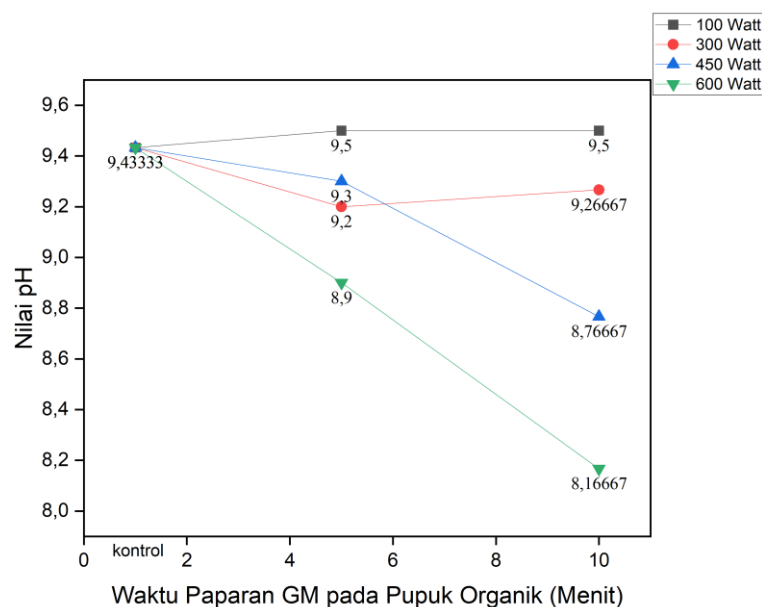
No	Variasi Daya	Variasi Waktu	Kadar pH			Rata-Rata	Standar Deviasi
			1	2	3		
1	100 Watt	0 Menit	9,40	9,50	9,40	9,43	0,06
2		5 Menit	9,50	9,50	9,50	9,50	0,00
3		10 Menit	9,50	9,50	9,50	9,50	0,00
4	300 Watt	0 Menit	9,40	9,50	9,40	9,43	0,06
5		5 Menit	9,30	9,10	9,20	9,20	0,10
6		10 Menit	9,20	9,30	9,30	9,27	0,06
7	450 Watt	0 Menit	9,40	9,50	9,40	9,43	0,06
8		5 Menit	9,40	9,20	9,30	9,30	0,10
9		10 Menit	8,60	8,80	8,90	8,77	0,15
10	600 Watt	0 Menit	9,40	9,50	9,40	9,43	0,06
11		5 Menit	8,80	8,90	9,00	8,90	0,10
12		10 Menit	8,10	8,20	8,20	8,17	0,06

Data pada Tabel 4.1 menampilkan bahwa nilai pH pada setiap perlakuan memiliki perbedaan. Jumlah rata – rata nilai pH tertinggi terdapat pada pupuk dengan pemberian daya 100 watt dan dengan waktu 5 menit. Sedangkan rerata nilai pH terendah terdapat pada variasi waktu 600 watt dan dengan waktu 10 menit. Sehingga semakin tinggi variasi daya yang diberikan, maka nilai pH yang didapatkan akan semakin menurun. Variasi waktu yang diberikan menunjukkan bahwa semakin lama pupuk diberi paparan gelombang mikro, maka akan menunjukkan penurunan nilai pH. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 dan 4.2. Gambar 4.2 menunjukkan pengaruh variasi waktu paparan gelombang mikro terhadap nilai pH pada pupuk organik. Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa, hampir seluruh variasi waktu paparan gelombang mikro memberikan pengaruh terhadap nilai pH. Semakin lama paparan gelombang mikro akan menghasilkan penurunan nilai pH.



Gambar 4.1 Grafik pengaruh daya terhadap nilai pH pupuk organik

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa kenaikan daya yang diberikan memberikan hasil nilai pH yang semakin menurun.



Gambar 4.2 Grafik pengaruh waktu terhadap nilai ph pupuk organik

Dari data dan grafik diatas, selanjutnya dilakukan uji faktorial untuk membandingkan rerata pengaruh gelombang mikro terhadap nilai pH pupuk

organik agar dapat diketahui perbedaan signifikan dari dua atau lebih kelompok data. Hasil uji faktorial, ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil uji faktorial terhadap nilai pH pupuk organik

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	3048,633 ^a	12	254,053	41572,273	0,000
Daya	2,003	3	0,668	109,273	0,000
Waktu	1,567	2	0,784	128,227	0,000
Daya * Waktu	1,702	6	0,284	46,409	0,000
Error	0,147	24	0,006		
Total	3048,780	36			

Berdasarkan analisis data uji faktorial menggunakan *software* SPSS didapatkan data pada Tabel 4.2. Tabel 4.2 menunjukkan bahwa faktor daya dan waktu berpengaruh nyata terhadap nilai pH pada pupuk. Hal ini ditunjukkan dengan nilai signifikansi dari keduanya adalah 0,00 atau lebih kecil dari $p(0,05)$, sehingga variasi daya dan waktu memiliki pengaruh yang nyata terhadap nilai pH. Selain itu interaksi antara daya dan waktu juga memiliki nilai signifikansi 0,00. Nilai tersebut menunjukkan bahwa interaksi antar dua variasi tersebut memberikan pengaruh nyata terhadap nilai pH pada pupuk organik. Uji lanjut DMRT dilakukan untuk membandingkan rerata dari kelompok data. Hasil uji DMRT ditunjukkan pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4.

Tabel 4.3 Hasil uji DMRT variasi daya terhadap nilai pH pupuk organik

Daya	Nilai pH	Notasi Huruf
600 Watt	8,8333	a
450 Watt	9,1667	b
300 Watt	9,3000	b
100 Watt	9,5778	b

Tabel 4.3 merupakan tabel hasil uji DMRT untuk melihat variasi daya yang paling mempengaruhi nilai pH pada pupuk organik. Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat dua nilai kelas berbeda, yangmana setiap kelas dinotasikan dengan notasi huruf yang berbeda. Perbedaan notasi huruf menunjukkan bahwa adanya perbedaan perlakuan. Notasi tersebut adalah a dan b. Terlihat bahwa terdapat 2 notasi yang menunjukkan perbedaan perlakuan, yakni perlakuan dengan variasi daya 600 watt dengan 450, 300, dan 100 watt. Selain itu pada variasi daya 450, 300, dan 100 watt memiliki notasi yang sama. Notasi yang sama menunjukkan bahwa perlakuan antara variasi menghasilkan hasil yang sama.

Tabel 4.4 Hasil uji DMRT variasi waktu terhadap nilai pH pupuk organik

Waktu	Nilai pH	Notasi Huruf
10 Menit	8,9250	a
5 Menit	9,2250	b
0 Menit	9,4333	b

Tabel 4.4 merupakan tabel hasil uji DMRT untuk melihat variasi waktu yang paling mempengaruhi nilai pH pada pupuk organik. Hasilnya menunjukkan bahwa variasi waktu memberikan 2 kelas perbedaan hasil perlakuan. Perbedaan tersebut adalah pada variasi waktu 10 menit dan 0&5 menit. Sedangkan pada variasi 0 dan 5 menit menghasilkan notasi yang sama, menunjukkan bahwa perlakuan antara variasi menghasilkan hasil yang sama.

4.1.1.2 Pengaruh Gelombang Mikro terhadap Kadar Air Pupuk Organik

Nilai kadar air dapat diketahui melalui pengukuran perbedaan berat tanah dengan metode gravimetri. Data kadar air ditunjukkan oleh Tabel 4.5.

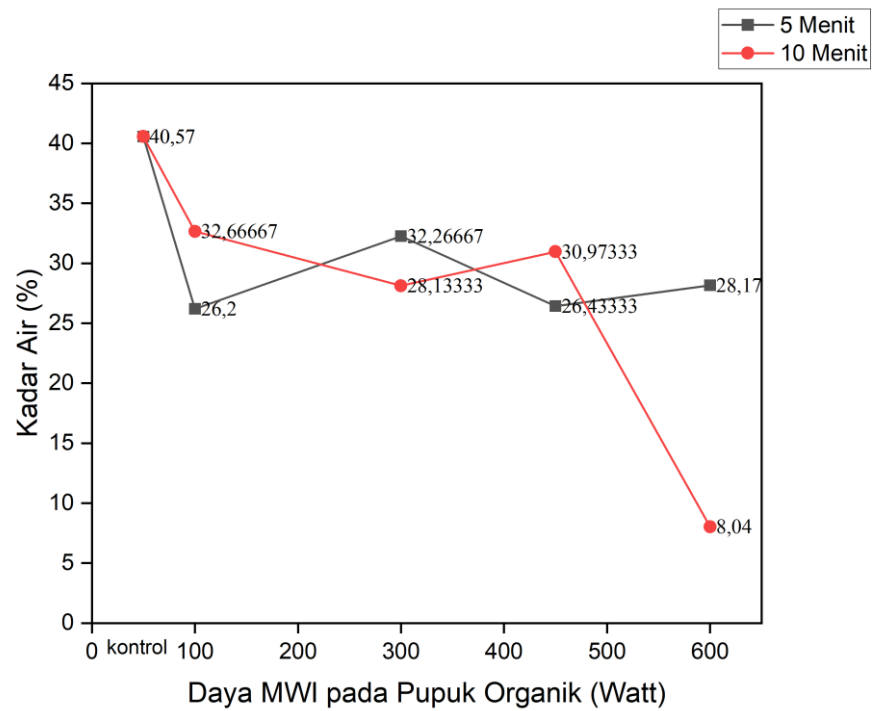
Tabel 4.5 Pengaruh gelombang mikro pada kadar air pupuk organik

No	Variasi Daya	Variasi Waktu	Kadar Air (%)			Rata-Rata	Standar Deviasi
			1	2	3		
1	100 Watt	0 Menit	40,5	40,9	40,3	40,57	0,31
2		5 Menit	25,4	26,9	26,3	26,20	0,75
3		10 Menit	32,9	32,1	33	32,67	0,49
4	300 Watt	0 Menit	40,5	40,9	40,3	40,57	0,31
5		5 Menit	31,7	32,1	33	32,27	0,67
6		10 Menit	27,4	28,9	28,1	28,13	0,75
7	450 Watt	0 Menit	40,5	40,9	40,3	40,57	0,31
8		5 Menit	25,2	26,7	27,4	26,43	1,12
9		10 Menit	30,2	30,32	32,4	30,97	1,24
10	600 Watt	0 Menit	40,5	40,9	40,3	40,57	0,31
11		5 Menit	27,3	27,9	29,3	28,17	1,03
12		10 Menit	7,7	7,71	8,7	8,04	0,57

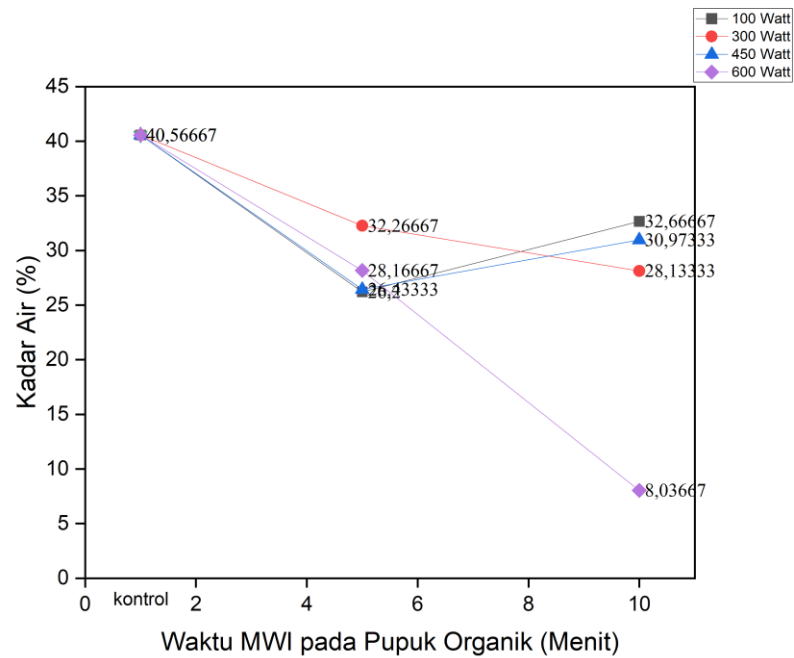
Tabel 4.5 menunjukkan bahwa kadar air tertinggi adalah kadar air perlakuan variasi waktu 0 menit pada setiap variasi daya dengan nilai kadar air adalah 40,57. Sedangkan nilai kadar air terendah adalah nilai kadar air dengan variasi daya 600 watt dengan variasi waktu 10 menit yakni dengan nilai 8,04. Dari data Tabel 4.5 dibuat plot grafik, ditunjukkan oleh Gambar 4.3 dan 4.4.

Gambar 4.3 menampilkan bahwa bahwa nilai kadar air signifikan menurun seiring penambahan variasi daya yang diberikan pada pupuk organik. Sedangkan Gambar 4.4 menunjukkan bahwa nilai kadar air akan semakin menurun seiring lamanya paparan gelombang mikro yang diberikan pada pupuk organik.

Berdasarkan dari data pengamatan, selanjutnya dilakukan uji faktorial untuk mengetahui perbandingan perbedaan signifikan dari dua atau lebih kelompok data. Hasil uji faktorial ditunjukkan oleh Tabel 4.6.



Gambar 4.3 Grafik pengaruh variasi daya terhadap kadar air pupuk organik



Gambar 4.4 Grafik pengaruh variasi waktu terhadap kadar air

Tabel 4.6 Hasil uji faktorial terhadap nilai kadar air pupuk organik

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
--------	-------------------------	----	-------------	---	------

Model	38054,426 ^a	12	3171,202	5973,851	0,000
Daya	390,532	3	130,177	245,226	0,000
Waktu	1624,304	2	812,152	1529,916	0,000
Daya * Waktu	856,460	6	142,743	268,897	0,000
Error	12,740	24	0,531		
Total	38067,167	36			

Berdasarkan analisis data uji faktorial menggunakan *software* SPSS didapatkan data pada Tabel 4.6. Tabel 4.6 menunjukkan bahwa faktor daya dan waktu berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air pada pupuk. Hal ini ditunjukkan dengan nilai signifikansi dari keduanya adalah 0,00 atau lebih kecil dari p (0,05), sehingga variasi daya dan waktu memiliki pengaruh yang nyata terhadap nilai kadar air. Selain itu interaksi antara daya dan waktu juga memiliki nilai signifikansi 0,00. Nilai tersebut menunjukkan bahwa interaksi antar dua variasi tersebut memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kadar air pada pupuk organik. Uji lanjut DMRT dilakukan untuk membandingkan rerata dari kelompok data. Hasil uji DMRT ditunjukkan pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8.

Tabel 4.7 Hasil uji DMRT variasi daya terhadap nilai kadar air

Daya	Nilai Kadar Air (%)	Notasi Huruf
600 Watt	25,5900	a
450 Watt	32,6578	b
100 Watt	33,1444	bc
300 Watt	33,6556	c

Tabel 4.7 merupakan tabel hasil uji DMRT untuk melihat variasi daya yang memberikan nilai kadar air terbaik pada pupuk organik. Hasilnya menunjukkan bahwa semua variasi daya yang memiliki notasi huruf yang sama dan ada yang berbeda. Notasi yang sama menunjukkan bahwa perlakuan antara variasi menghasilkan hasil yang sama. Terdapat 3 notasi berbeda pada hasil uji

duncan. Notasi yang berbeda menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hasil perlakuan pada variasi daya yang diberikan.

Tabel 4.8 Hasil uji DMRT variasi waktu terhadap nilai kadar air

Waktu	Nilai Kadar Air (%)	Notasi Huruf
10 Menit	24,9525	a
5 Menit	28,2667	b
0 Menit	40,5667	c

Tabel 4.8 merupakan tabel hasil uji DMRT untuk melihat variasi waktu yang paling mempengaruhi nilai kadar air pada pupuk organik. Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat tiga kelas perlakuan yang dinotasikan dengan dua notasi yang berbeda yaitu a, b, dan c. Ini menunjukkan bahwa terdapat hasil perbedaan dari setiap perlakuan yang diberikan.

4.1.1.3 Pengaruh Gelombang Mikro terhadap Kandungan C-Organik Pupuk Organik

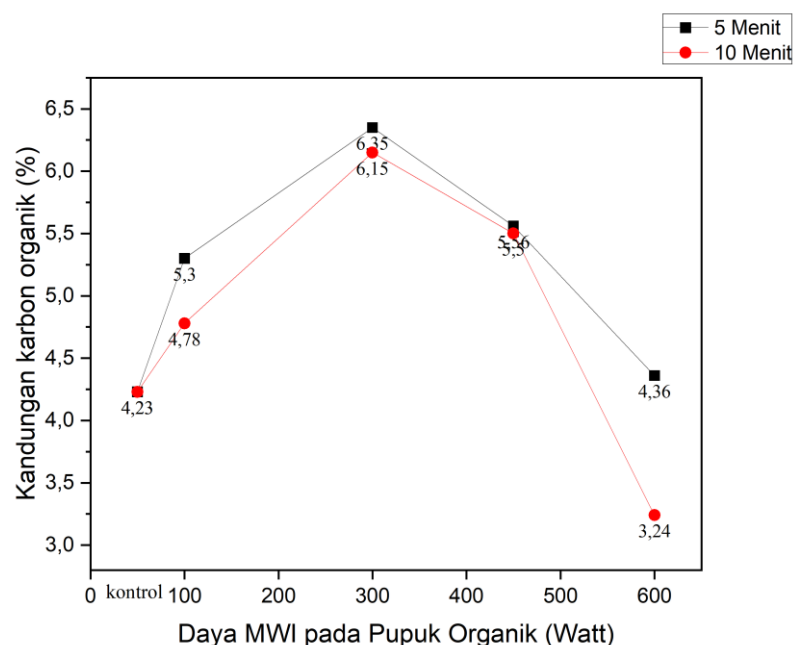
Karbon organik didalam bahan organik dapat digunakan dalam mengidentifikasi kesuburan tanaman. Dalam penelitian ini, kandungan c-organik dalam pupuk dengan metode *walkey and black*. Metode ini dilakukan dengan cara titrasi antara larutan pupuk yang telah dicampur dengan kalium dikromat dan asam sulfat dengan ferro sulfat. Data hasil c-organik ditunjukkan oleh Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Pengaruh gelombang mikro terhadap kandungan c-organik

No	Variasi Daya	Variasi Waktu	C-Organik (%)			Rata-Rata	Standar Deviasi
			1	2	3		
1	100 Watt	0 Menit	4,23	4,23	4,23	4,23	0,00
2		5 Menit	5,30	5,30	5,30	5,30	0,00
3		10 Menit	4,78	4,78	4,78	4,78	0,00
4	300 Watt	0 Menit	4,23	4,23	4,23	4,23	0,00

5		5 Menit	6,35	6,35	6,35	6,35	0,00
6		10 Menit	6,15	6,15	6,15	6,15	0,00
7		0 Menit	4,23	4,23	4,23	4,23	0,00
8	450 Watt	5 Menit	6,07	5,31	5,31	5,56	0,44
9		10 Menit	5,50	5,50	5,50	5,50	0,00
10	600 Watt	0 Menit	4,23	4,23	4,23	4,23	0,00
11		5 Menit	4,61	4,61	3,85	4,36	0,44
12		10 Menit	3,24	3,24	3,24	3,24	0,00

Tabel 4.9 menunjukkan bahwa nilai c-organik tertinggi yaitu 6,35 pada perlakuan variasi 300 watt dengan variasi waktu maksimal pada waktu 5 menit pemaparan gelombang mikro. Nilai c-organik terendah diperoleh pada perlakuan variasi daya 600 watt. Dari data diatas, dibuat plot grafik hubungan variasi daya dan variasi waktu terhadap kandungan c-organik dari pupuk. Grafik tersebut ditampilkan pada Gambar 4.5 dan 4.6.

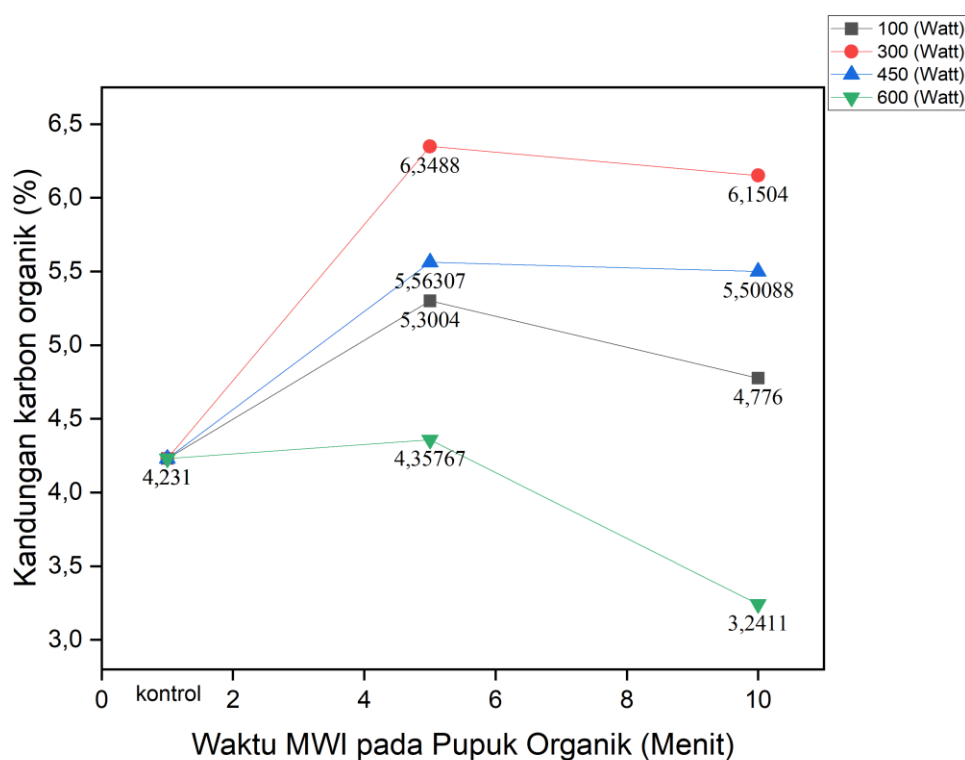


Gambar 4.5 Grafik variasi daya terhadap kandungan c-organik

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa kandungan c-organik kian menurun seiring diberikan kenaikan daya. Sedangkan pada Gambar 4.6 menunjukkan

bahwa variasi waktu paparan gelombang mikro 5 menit pada masing – masing variasi daya memberikan hasil kandungan c-organik yang lebih tinggi. Terlihat pada variasi waktu paparan 10 menit mengalami penurunan kandungan c-organik.

Dari data pengamatan, kemudian dilakukan uji faktorial untuk melihat signifikansi pengaruh antar perlakuan yang diberikan kepada pupuk organik. Hasil uji faktorial ditunjukkan dalam Tabel 4.10.



Gambar 4.6 Grafik variasi waktu paparan terhadap c-organik

Tabel 4.10 Hasil uji faktorial terhadap kandungan c-organik

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	874,001 ^a	12	72,833	2269,741	0,000
Daya	12,779	3	4,260	132,743	0,000
Waktu	8,199	2	4,099	127,751	0,000
Daya * Waktu	7,378	6	1,230	38,319	0,000

Error	0,770	24	0,032		
Total	874,772	36			

Tabel 4.10 menunjukkan bahwa faktor daya dan waktu berpengaruh nyata terhadap kandungan c-organik pada pupuk. Hal ini ditunjukkan dengan nilai signifikansi dari keduanya adalah 0,00 atau lebih kecil dari p (0,05), sehingga variasi daya dan waktu memiliki pengaruh yang nyata. Selain itu interaksi antara daya dan waktu juga memiliki nilai signifikansi 0,00. Nilai tersebut menunjukkan bahwa interaksi antar dua variasi tersebut memberikan pengaruh nyata terhadap kandungan c-organik. Uji lanjut DMRT dilakukan untuk membandingkan rerata dari kelompok data. Hasil uji DMRT ditunjukkan pada Tabel 4.11 dan Tabel 4.12.

Tabel 4.11 Hasil uji DMRT variasi daya terhadap kandungan c-organik

Daya	C-Organik (%)	Notasi Huruf
600 Watt	3,9422	a
100 Watt	4,7700	b
450 Watt	5,0978	bc
300 Watt	5,5767	c

Tabel 4.11 merupakan tabel hasil uji DMRT untuk melihat variasi daya yang paling mempengaruhi kandungan c-organik pada pupuk organik. Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat 3 kelas perlakuan yakni a, b, dan c. Daya 600 watt memiliki notasi a dan berbeda dari semua variasi daya. Sedangkan variasi daya 100 dan 450 watt memiliki notasi huruf yang sama yaitu huruf b. Notasi yang sama menunjukkan bahwa perlakuan antara variasi menghasilkan hasil yang sama. Sedangkan variasi 300 watt memiliki notasi c dan menunjukkan hasil perlakuan yang sama dengan variasi 450 watt.

Tabel 4.12 Hasil uji DMRT variasi waktu terhadap kandungan c-organik

Waktu	C-Organik (%)	Notasi Huruf
0 Menit	4,3000	a
10 Menit	4,9175	b
5 Menit	5,3925	b

Tabel 4.12 merupakan tabel hasil uji DMRT untuk melihat variasi waktu yang paling mempengaruhi kandungan c-organik pada pupuk organik. Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat dua kelas perlakuan yang dinotasikan dengan dua notasi yang berbeda yaitu a dan b. Ini menunjukkan bahwa terdapat hasil perbedaan dari setiap perlakuan yang diberikan. Namun dari datanya tampak bahwa variasi waktu 10 menit dan 5 menit memiliki notasi yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa dari dua perlakuan tersebut memberikan hasil perlakuan yang sama.

4.1.1.4 Pengaruh Gelombang Mikro terhadap Kandungan Phosphor Pupuk Organik

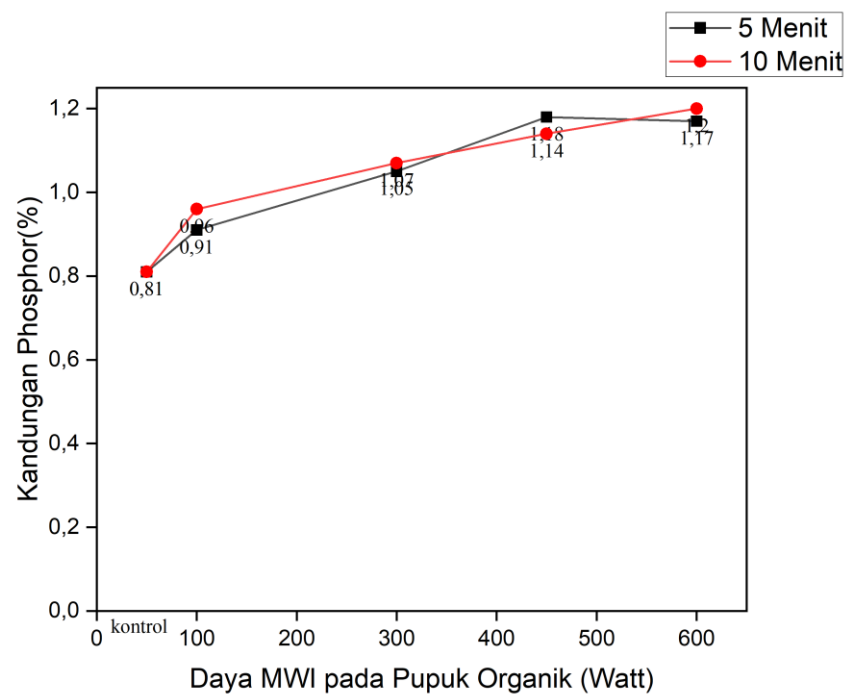
Kandungan phosphor dalam pupuk memiliki peranan penting dalam meningkatkan unsur hara tanah. Untuk mengetahui kandungan phosphor pada pupuk organik diamati dengan instrumen spektrofotometer UV-visible. Data kandungan phosphor ditunjukkan pada Tabel 4.13

Tabel 4.13 Pengaruh gelombang mikro pada kandungan phosphor

No	Variasi Daya	Variasi Waktu	Phosphor (%)			Rata-Rata	Standar Deviasi
			1	2	3		
1	100 Watt	0 Menit	0,81	0,80	0,82	0,81	0,01
2		5 Menit	0,92	0,91	0,90	0,91	0,01
3		10 Menit	0,92	0,98	0,97	0,96	0,03
4	300 Watt	0 Menit	0,81	0,80	0,82	0,81	0,01
5		5 Menit	1,02	1,05	1,07	1,05	0,03
6		10 Menit	1,07	1,08	1,07	1,07	0,01

7	450 Watt	0 Menit	0,81	0,80	0,82	0,81	0,01
8		5 Menit	1,19	1,17	1,19	1,18	0,01
9		10 Menit	1,13	1,14	1,16	1,14	0,02
10	600 Watt	0 Menit	0,81	0,80	0,82	0,81	0,01
11		5 Menit	1,16	1,18	1,17	1,17	0,01
12		10 Menit	1,19	1,20	1,21	1,20	0,01

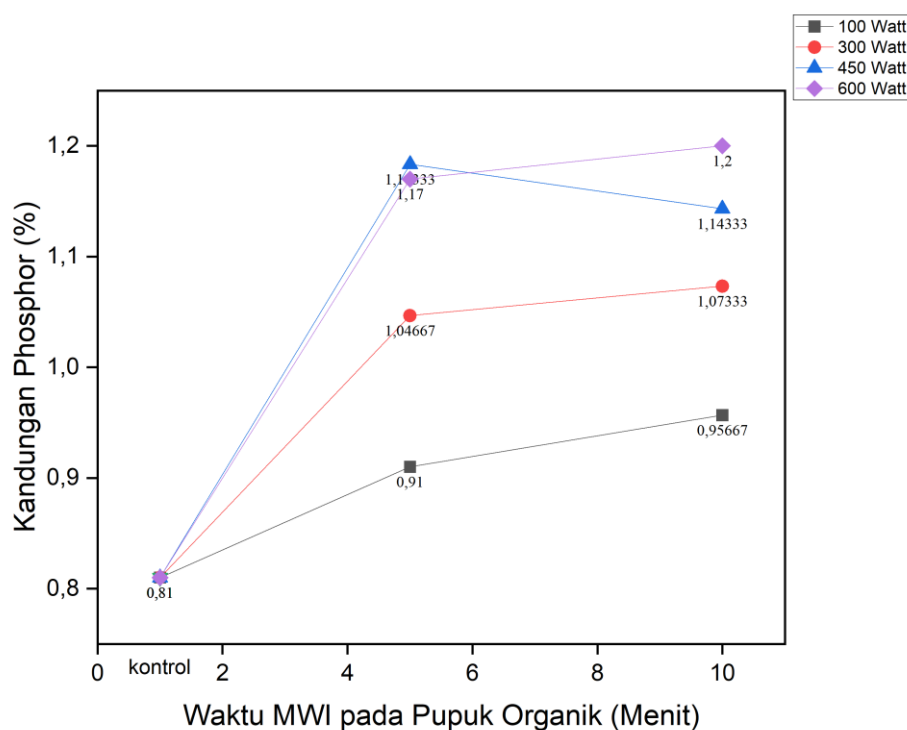
Data pada Tabel 4.13 menunjukkan bahwa kandungan phosphor paling tinggi adalah 1,20 dengan perlakuan variasi daya 600 watt dan waktu 10 menit. Sedangkan kandungan phosphor paling rendah adalah pada perlakuan kontrol dengan waktu 0 menit yang memberikan hasil 0,81%. Dari data tersebut dibuat plot grafik yang ditampilkan oleh Gambar 4.7 dan Gambar 4.8.



Gambar 4.7 Grafik variasi daya terhadap kandungan phosphor

Grafik Gambar 4.7 menunjukkan bahwa nilai kandungan phosphor pada pupuk organik cenderung meningkat sering diberikan peningkatan daya. Variasi daya 600 watt memberikan nilai kandungan phosphor paling tinggi daripada variasi lain dan variasi daya 100 watt memberikan kandungan phosphor yang

rendah. Pada Gambar 4.8 menunjukkan variasi waktu paparan gelombang mikro terhadap kandungan phosphor pada pupuk organik. Grafiknya menunjukkan bahwa terjadi kenaikan kandungan phosphor seiring dengan lama paparan gelombang mikro.



Gambar 4.8 Grafik variasi waktu paparan terhadap kandungan phosphor

Untuk mengetahui perbandingan perbedaan pengaruh yang signifikan antar perlakuan yang diberikan terhadap kandungan phosphor, maka dilakukan uji faktorial dengan *software* SPSS. Hasil uji faktorial ditunjukkan oleh Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Hasil uji faktorial kandungan phosphor pupuk organik

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	36,395 ^a	12	3,033	13154,807	0,000
Daya	0,159	3	0,053	229,956	0,000
Waktu	0,608	2	0,304	1319,289	0,000

Daya * Waktu	0,086	6	0,014	62,245	0,000
Error	0,006	24	0,000		
Total	36,400	36			

Hasil uji faktorial pada Tabel 4.14 menunjukkan bahwa variasi daya dan waktu memiliki nilai signifikan kurang dari 0,05 yakni 0,00. Artinya variasi daya dan waktu memberikan pengaruh nyata terhadap kandungan phosphor pada pupuk organik. Interaksi antara keduanya memberikan nilai signifikan 0,00, sehingga interkasinya memberikan pengaruh nyata terhadap kandungan unsur hara. Selanjutnya dilakukan uji DMRT pada variasi daya dan waktu untuk mengetahui perbandingan rerata perlakuan antar variasi. Hasil uji DMRT ditunjukkan oleh Tabel 4.15 dan 4.16.

Tabel 4.15 Hasil uji DMRT variasi daya terhadap kandungan phosphor

Daya	Phosphor (%)	Notasi Huruf
100 Watt	0,8922	a
300 Watt	0,9767	ab
450 Watt	1,0456	b
600 Watt	1,0600	b

Tabel 4.15 merupakan tabel hasil uji DMRT untuk melihat variasi daya yang paling mempengaruhi kandungan phosphor pada pupuk organik. Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat dua nilai kelas berbeda, yangmana setiap kelas dinotasikan dengan notasi huruf yang berbeda. Perbedaan notasi huruf menunjukkan bahwa adanya perbedaan perlakuan. Notasi tersebut adalah a dan b. Terlihat bahwa terdapat 2 notasi yang menunjukkan perbedaan perlakuan, yakni perlakuan dengan variasi daya 100 watt dengan 450 dan 600 watt. Keduanya menghasilkan hasil yang berbeda. Namun terdapat variasi daya yang memiliki notasi huruf yang sama yaitu huruf a pada perlakuan daya 100 dan 300

watt, serta notasi b pada daya 450 watt, 600 watt, dan 300 watt. Notasi yang sama menunjukkan bahwa perlakuan antara variasi menghasilkan hasil yang sama.

Tabel 4.16 Hasil uji DMRT variasi waktu terhadap kandungan phosphor

Waktu	Phosphor (%)	Notasi Huruf
0 Menit	0,8100	a
5 Menit	1,0775	b
10 Menit	1,0933	b

Tabel 4.16 merupakan tabel hasil uji DMRT untuk melihat variasi waktu yang paling mempengaruhi kandungan c-organik pada pupuk organik. Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat dua kelas perlakuan yang dinotasikan dengan dua notasi yang berbeda yaitu a dan b. Ini menunjukkan bahwa terdapat hasil perbedaan dari setiap perlakuan yang diberikan. Namun dari datanya tampak bahwa variasi waktu 10 menit dan 5 menit memiliki notasi yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa dari dua perlakuan tersebut memberikan hasil perlakuan yang sama. Perlakuan 0 menit dengan 5 dan 10 menit memiliki notasi yang berbeda yakni notasi a dan b artinya dari kedua perlakuan menghasilkan hasil perlakuan yang berbeda.

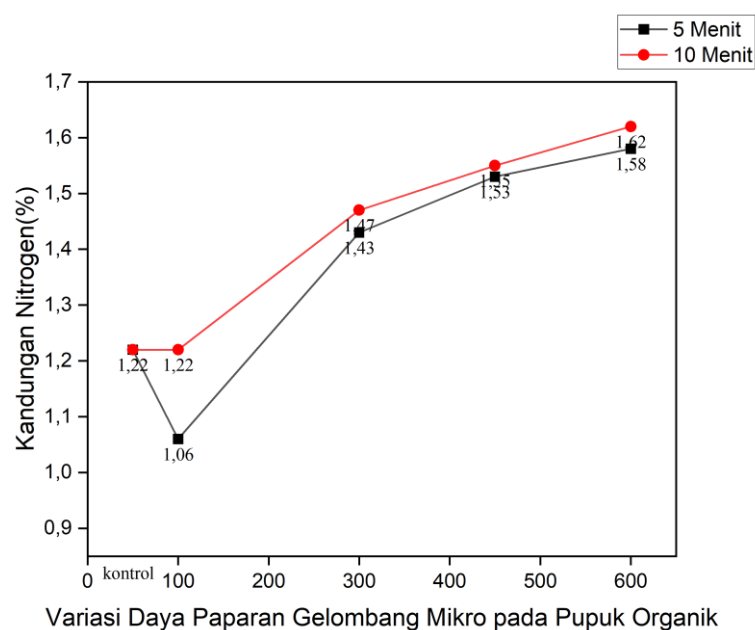
4.1.1.5 Pengaruh Gelombang Mikro terhadap Kandungan Nitrogen Pupuk Organik

Nitrogen memiliki peran dalam merangsang pertumbuhan vegetatif tumbuhan seperti penambahan volume, jumlah, ukuran organ (daun, batang, akar, dan lain – lain). Kandungan nitrogen diuji dengan metode kjeldahl. Data kandungan nitrogen pada pupuk organik tersaji dalam Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Pengaruh gelombang mikro pada kandungan nitrogen

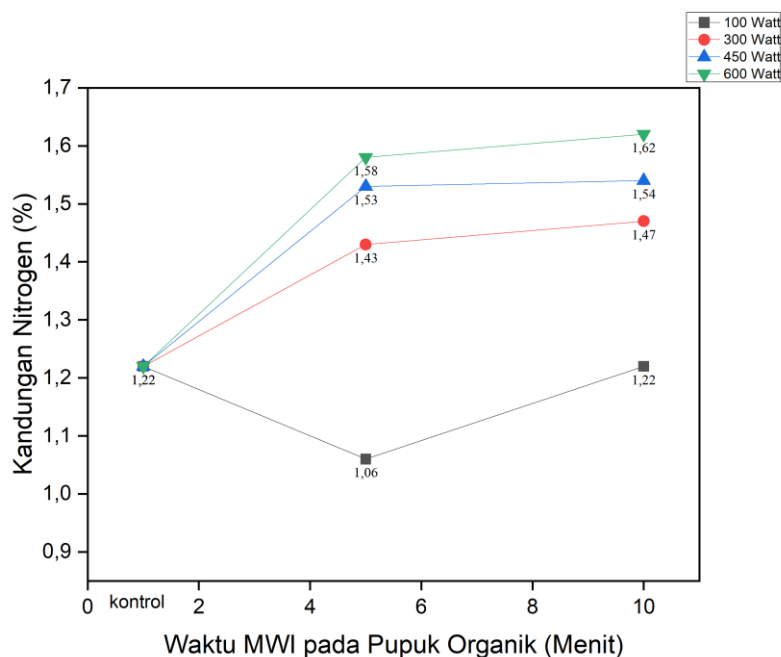
No	Variasi Daya	Variasi Waktu	Nitrogen (%)			Rata-Rata	Standar Deviasi
			1	2	3		
1	100 Watt	0 Menit	1,22	1,21	1,23	1,22	0,01
2		5 Menit	1,06	1,07	1,06	1,06	0,01
3		10 Menit	1,22	1,23	1,22	1,22	0,01
4	300 Watt	0 Menit	1,22	1,21	1,23	1,22	0,01
5		5 Menit	1,44	1,42	1,44	1,43	0,01
6		10 Menit	1,46	1,47	1,47	1,47	0,01
7	450 Watt	0 Menit	1,22	1,21	1,23	1,22	0,01
8		5 Menit	1,53	1,54	1,53	1,53	0,01
9		10 Menit	1,55	1,56	1,54	1,55	0,01
10	600 Watt	0 Menit	1,22	1,21	1,23	1,22	0,01
11		5 Menit	1,57	1,58	1,58	1,58	0,01
12		10 Menit	1,62	1,62	1,61	1,62	0,01

Dari Tabel 4.17 terlihat bahwa nilai kandungan nitrogen antara variasi memiliki perbedaan. Variasi daya 600 watt dengan variasi waktu 10 menit memberikan nilai rerata kandungan nitrogen tertinggi, yaitu 1,62. Dari data tersebut, dibuat plot grafik yang ditunjukkan oleh Gambar 4.9 dan 4.10.



Gambar 4.9 Grafik variasi daya terhadap kandungan nitrogen

Gambar 4.9 menunjukkan variasi daya terhadap kandungan nitrogen. Grafik tersebut menunjukkan bahwa kandungan nitrogen terus meningkat seiring dengan kenaikan variasi daya yang diberikan. Pada Gambar 4.10 turut ditampilkan grafik variasi waktu paparan gelombang mikro terhadap kandungan nitrogen pupuk organik. Nilai kandungan nitrogen tertinggi adalah 1,62 dengan perlakuan variasi waktu 10 menit. Sedangkan nilai nitrogen terendah adalah 1,06 dengan variasi waktu 5 menit pada daya 100 watt. Dari grafik menunjukkan bahwa semakin lama paparan yang diberikan pada pupuk organik maka memberikan hasil nilai kandungan nitrogen semakin meningkat.



Gambar 4.10 Grafik variasi waktu paparan terhadap kandungan nitrogen

Berdasarkan data yang diperoleh, kemudian dilakukan uji faktorial untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan terhadap kandungan nitrogen, Data hasil uji faktorial ditampilkan pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Hasil uji faktorial terhadap kandungan nitrogen pupuk organik

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	67,918 ^a	12	5,660	81502,120	0,000
Daya	0,491	3	0,164	2357,587	0,000
Waktu	0,386	2	0,193	2779,960	0,000
Daya * Waktu	0,265	6	0,044	636,067	0,000
Error	0,002	24	6,944E-5		
Total	67,920	36			

Tabel 4.18 menunjukkan bahwa faktor daya dan waktu berpengaruh nyata terhadap kandungan nitrogen pada pupuk. Hal ini ditunjukkan dengan nilai signifikansi dari keduanya adalah 0,00 atau lebih kecil dari p (0,05), sehingga variasi daya dan waktu memiliki pengaruh yang nyata. Selain itu interaksi antara daya dan waktu juga memiliki nilai signifikansi 0,00. Nilai tersebut menunjukkan bahwa interaksi antar dua variasi tersebut memberikan pengaruh nyata terhadap kandungan nitrogen. Uji lanjut DMRT dilakukan untuk membandingkan rerata dari kelompok data. Hasil uji DMRT ditunjukkan pada Tabel 4.19 dan Tabel 4.20

Tabel 4.19 Hasil uji DMRT variasi daya terhadap kandungan nitrogen

Daya	Nitrogen (%)	Notasi Huruf
100 Watt	1,1689	a
300 Watt	1,3733	b
450 Watt	1,4344	b
600 Watt	1.4711	b

Tabel 4.19 merupakan tabel hasil uji DMRT untuk melihat variasi daya yang paling mempengaruhi kandungan nitrogen pada pupuk organik. Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat dua nilai kelas berbeda, yangmana setiap kelas dinotasikan dengan notasi huruf yang berbeda. Perbedaan notasi huruf

menunjukkan bahwa adanya perbedaan perlakuan. Notasi tersebut adalah a dan b. Pada variasi daya 300, 450, dan 600 watt memiliki notasi yang sama.

Tabel 4.20 Hasil uji DMRT variasi waktu terhadap kandungan nitrogen

Waktu	Nitrogen (%)	Notasi Huruf
0 Menit	1,2200	a
5 Menit	1,4017	b
10 Menit	1,4642	b

Tabel 4.20 merupakan tabel hasil uji DMRT untuk melihat variasi waktu yang paling mempengaruhi kandungan nitrogen pada pupuk organik. Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat dua nilai kelas berbeda, yangmana setiap kelas dinotasikan dengan notasi huruf yang berbeda. Perbedaan notasi huruf menunjukkan bahwa adanya perbedaan perlakuan. Notasi tersebut adalah a dan b. Variasi 5 dan 10 menit menghasilkan notasi yang sama.

4.1.2 Respon Pertumbuhan Sawi (*Brassica Juncea L.*) dengan Variasi Pupuk Organik Teradiasi Gelombang Mikro

Pengaplikasian pupuk organik dapat membantu meningkatkan kandungan bahan organik pada tanah. Menurut Lewu, dkk (2020) pupuk organik dapat melepaskan nutrisi ke dalam tanah dan menjaga keseimbangan nutrisi untuk pertumbuhan tanaman. Pupuk sebagai sumber energi mikroba tanah sehingga dapat berfungsi untuk memperbaiki struktur tanah dan pertumbuhan tanaman. Pada penelitian ini pupuk organik yang telah diberikan paparan radiasi gelombang mikro diaplikasikan pada tanaman sawi hijau atau *Brassica juncea l.*

Gelombang mikro diberikan dengan dua macam variasi, yaitu variasi waktu dan variasi daya. Variasi daya yang diberikan yaitu 100 watt, 300 watt,

450 watt, dan 600 watt. Sedangkan variasi waktu diberikan 0 menit, 5 menit, dan 10 menit. Variasi total yang diberikan pada pupuk adalah 12 variasi. Masing – masing 15 gram pupuk diberikan pada sawi hijau dan dilihat respon pertumbuhan (panjang sawi, lebar dan jumlah daun, berat panen) serta kandungan vitamin C dan antosianinnya.

Masing – masing variasi dituliskan dengan:

- a. $P_{100} - 0 = 1$ = Pupuk dengan perlakuan daya 100 watt, 0 menit
- b. $P_{100} - 5 = 2$ = Pupuk dengan perlakuan daya 100 watt, 5 menit
- c. $P_{100} - 10 = 3$ = Pupuk dengan perlakuan daya 100 watt, 10 menit
- d. $P_{300} - 0 = 4$ = Pupuk dengan perlakuan daya 300 watt, 0 menit
- e. $P_{300} - 5 = 5$ = Pupuk dengan perlakuan daya 300 watt, 5 menit
- f. $P_{300} - 10 = 6$ = Pupuk dengan perlakuan daya 300 watt, 10 menit
- g. $P_{450} - 0 = 7$ = Pupuk dengan perlakuan daya 450 watt, 0 menit
- h. $P_{450} - 5 = 8$ = Pupuk dengan perlakuan daya 450 watt, 5 menit
- i. $P_{450} - 10 = 9$ = Pupuk dengan perlakuan daya 450 watt, 10 menit
- j. $P_{600} - 0 = 10$ = Pupuk dengan perlakuan daya 600 watt, 0 menit
- k. $P_{600} - 5 = 11$ = Pupuk dengan perlakuan daya 600 watt, 5 menit
- l. $P_{600} - 10 = 12$ = Pupuk dengan perlakuan daya 600 watt, 10 menit

4.1.2.1 Pengaruh Variasi Pemberian Pupuk Organik terhadap Panjang

Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

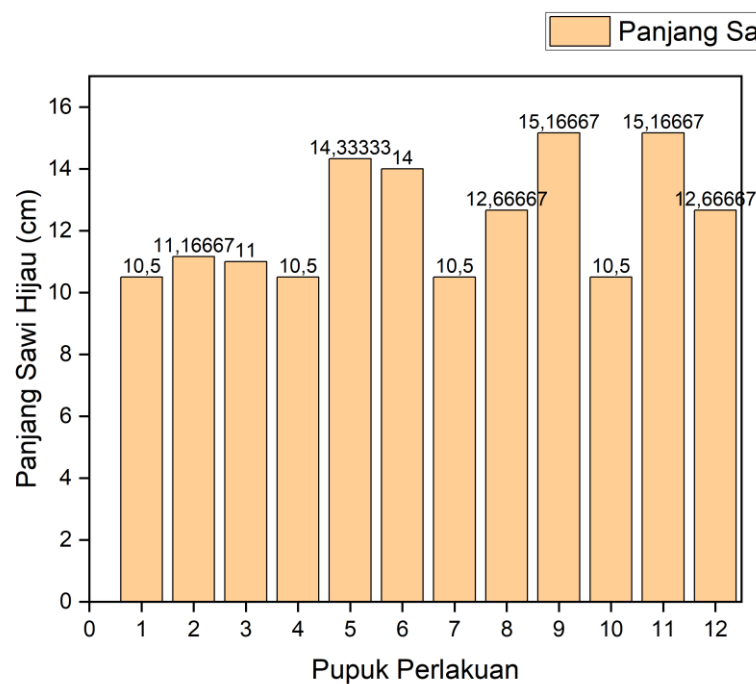
Panjang sawi hijau diukur dengan menggunakan mistar. Pengukuran ini dilakukan dengan mengukur batang sawi hijau yang menyentuh tanah hingga ujung daun terpanjangnya. Data panjang sawi hijau diamati pada minggu 4 setelah masa tanam. Pengukuran minggu 4 ini dilakukan karena sebelumnya

pada minggu 3 dilakukan pemberian pupuk organik 15 gram pada masing – masing tanaman sawi. Berdasarkan pengamatan, pengaruh pupuk organik teradiasi gelombang mikro pada panjang sawi dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Pengaruh pemberian variasi pupuk pada panjang tanaman sawi hijau (*Brassica juncea l.*)

No	Pupuk	Panjang Sawi (cm)			Rata-Rata	Standar Deviasi
		1	2	3		
1	P100-0	11,5	12,0	8,0	10,50	2,18
2	P100-5	11,5	16,0	6,0	11,17	5,01
3	P100-10	11,0	13,0	9,0	11,00	2,00
4	P300-0	11,5	12,0	8,0	10,50	2,18
5	P300-5	14,5	14,0	14,5	14,33	0,29
6	P300-10	13,5	14,0	14,5	14,00	0,50
7	P450-0	11,5	12,0	8,0	10,50	2,18
8	P450-5	12,0	14,5	11,5	12,67	1,61
9	P450-10	16,5	13,5	15,5	15,17	1,53
10	P600-0	11,5	12,0	8,0	10,50	2,18
11	P600-5	13,5	16,5	15,5	15,17	1,53
12	P600-10	12,0	12,0	14,0	12,67	1,15

Pada Tabel 4.21 menunjukkan bahwa hasil panjang tanaman sawi hijau dengan pemberian pupuk variasi waktu dan daya gelombang mikro memiliki perbedaan. Variasi pupuk 600-5, 450-10, dan 300- dan 11 memberikan hasil panjang sawi hijau maksimal daripada variasi lain. Variasi tersebut merupakan variasi pupuk dengan perlakuan variasi daya 450 watt dan 600 watt. Sedangkan variasi pupuk 100-0, 450-0, 300-0, dan 600-0 memberikan panjang rerata sawi terpendek dengan panjang 10,5 cm. Dari data tersebut dibuat plot grafik yang ditunjukkan oleh Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Grafik hubungan variasi pupuk dengan panjang sawi hijau

Gambar 4.11 menampilkan panjang tanaman sawi yang diberikan variasi pemberian pupuk. Dari hasil grafik menunjukkan bahwa setiap perlakuan memberikan perbedaan hasil panjang. Dari hasil data pengamatan, dilakukan anova satu arah untuk mengetahui signifikansi pengaruh variasi pupuk terhadap panjang tanaman sawi hijau. Data hasil uji anova ditunjukkan pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Hasil uji anova satu arah terhadap panjang sawi hijau

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	118,910	11	10,810	2,276	0,045
Within Groups	114,000	24	4,750		
Total	232,910	35			

Hasil uji anova pada Tabel 4.22 menunjukkan pengaruh variasi pupuk organik yang diberikan pada sawi hijau (*Brassica juncea l.*) menunjukkan bahwa nilai signifikansi variasi pupuk kurang dari 0,05 yakni 0,04, maka H_1 diterima

dan H_0 ditolak. Sehingga variasi pemberian pupuk organik memberikan pengaruh nyata pada panjang sawi hijau. Selanjutnya dilakukan uji DMRT untuk mengetahui variasi yang paling mempengaruhi panjang sawi hijau. Hasil uji DMRT ditunjukkan pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Hasil uji DMRT panjang sawi hijau

No	Pupuk	Panjang Sawi (cm)	Notasi Huruf
1	P100-0	10,5	a
2	P300-0	10,5	a
3	P450-0	10,5	a
4	P600-0	10,5	a
5	P100-10	11	ab
6	P100-5	11,16	ab
7	P450-5	12,67	ab
8	P600-10	12,67	ab
9	P300-10	14	ab
10	P300-5	14,33	ab
11	P450-10	15,16	b
12	P600-5	15,16	b

Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa terdapat dua kelas hasil perlakuan yang berbeda serta ditampilkan dengan notasi a dan b. Selain itu data panjang sawi telah terurutkan dari data paling rendah hingga paling tinggi. Terlihat dalam data tersebut, terdapat perlakuan yang memiliki notasi yang sama, hal ini menandakan bahwa variasi pupuk tersebut memberikan hasil perlakuan yang sama.

4.1.2.2 Pengaruh Variasi Pemberian Pupuk Organik terhadap Lebar Daun

Sawi Hijau (*Brassica Juncea* L.)

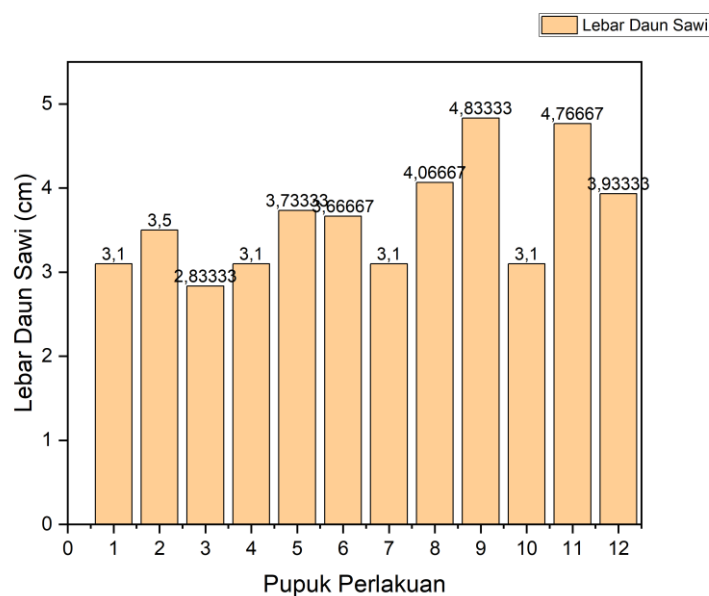
Lebar daun sawi hijau diukur dengan menggunakan mistar. Pengukuran ini dilakukan dengan mengukur daun secara melintang dari ujung kanan sampai ujung kiri daun. Daun yang diukur dipilih berdasarkan ukuran daun yang paling

lebar diantara daun pada tanaman sawi hijau. Data lebar daun sawi hijau diamati pada minggu 4 setelah masa tanam. Pengukuran minggu 4 ini dilakukan karena sebelumnya pada minggu 3 dilakukan pemberian pupuk organik 15 gram pada masing – masing tanaman sawi. Berdasarkan pengamatan, pengaruh pupuk organik teradiasi gelombang mikro pada lebar daun sawi hijau dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24 Pengaruh pemberian pupuk organik dengan paparan gelombang mikro pada lebar daun sawi hijau (*Brassica juncea l.*)

No	Pupuk	Lebar Daun (cm)			Rata-Rata	Standar Deviasi
		1	2	3		
1	P100-0	2,5	3,8	3	3,10	0,66
2	P100-5	4	3	3,5	3,50	0,50
3	P100-10	3,5	3	2	2,83	0,76
4	P300-0	2,5	3,8	3	3,10	0,66
5	P300-5	4	3,5	3,7	3,73	0,25
6	P300-10	3,5	4	3,5	3,67	0,29
7	P450-0	2,5	3,8	3	3,10	0,66
8	P450-5	3,5	5,5	3,2	4,07	1,25
9	P450-10	3,5	5,5	5,5	4,83	1,15
10	P600-0	2,5	3,8	3	3,10	0,66
11	P600-5	5	4,5	4,8	4,77	0,25
12	P600-10	3,8	3,5	4,5	3,93	0,51

Pada Tabel 4.24 menunjukkan bahwa hasil lebar daun sawi hijau dengan variasi pemberian pupuk memiliki perbedaan. Lebar daun terlihat naik secara signifikan pada kenaikan variasi yang diberikan pada pupuk. Dari data tersebut dibuat plot grafik yang ditunjukkan oleh Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Grafik hubungan variasi pupuk dengan lebar daun sawi

Dari grafik (Gambar 4.12), menunjukkan perbedaan rerata lebar daun pada setiap variasi pupuk yang diberikan. Selanjutnya dilakukan uji anova satu arah untuk mengetahui signifikansi perbedaan perlakuan. Data anova satu arah ditampilkan dalam Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Hasil uji anova terhadap lebar daun sawi hijau

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	14,422	11	1,311	2,656	0,022
Within Groups	11,847	24	0,494		
Total	26,269	35			

Hasil uji anova pada Tabel 4.24 menunjukkan pengaruh variasi pupuk organik yang diberikan pada sawi hijau (*Brassica juncea l.*) menunjukkan bahwa nilai signifikansi yaitu 0,022 (kurang dari 0,05), maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Sehingga variasi pemberian pupuk organik memberikan pengaruh nyata pada lebar daun sawi hijau. Selanjutnya dilakukan uji DMRT untuk

melihat perbandingan perbedaan perlakuan pada lebar daun sawi hijau. Hasil uji DMRT ditunjukkan oleh Tabel 4.26.

Tabel 4.26 Hasil uji DMRT variasi pupuk terhadap lebar daun sawi hijau

No	Pupuk	Lebar Daun Sawi (cm)	Notasi Huruf
1	P100-10	2,8333	a
2	P100-0	3,1000	a
3	P300-0	3,1000	a
4	P450-0	3,1000	a
5	P600-0	3,1000	a
6	P100-5	3,5000	ab
7	P300-10	3,6667	ab
8	P300-5	3,7333	ab
9	P600-10	3,9333	ab
10	P450-5	4,0667	ab
11	P600-5	4,7667	b
12	P450-10	4,8333	b

Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa terdapat dua kelas hasil perlakuan yang berbeda serta ditampilkan dengan notasi a dan b. Selain itu data lebar daun sawi telah terurutkan dari data paling sempit hingga paling lebar dari daun sawi. Pada hasil uji, terlihat bahwa variasi pupuk 100-10 memberikan hasil rerata paling rendah yakni 2,8333 dan variasi 450-10 memberikan hasil lebar paling tinggi yakni 4,8333. Terlihat dalam data tersebut, terdapat perlakuan yang memiliki notasi yang sama, hal ini menandakan bahwa variasi pupuk tersebut memberikan hasil perlakuan yang sama.

4.1.2.3 Pengaruh Variasi Pemberian Pupuk Organik terhadap Jumlah Daun Sawi Hijau (*Brassica Juncea* L.)

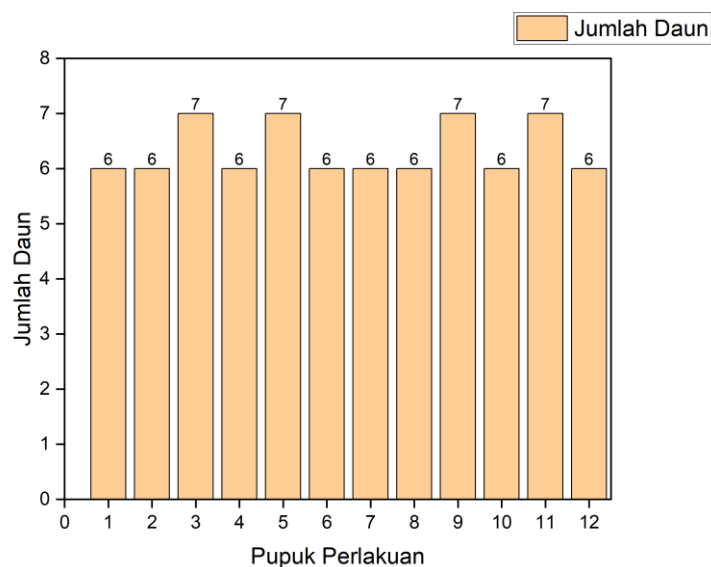
Jumlah daun sawi hijau diamati dan dihitung pada minggu 4 setelah masa tanam. Pengukuran minggu 4 ini dilakukan karena sebelumnya pada minggu 3

dilakukan pemberian pupuk organik 15 gram pada masing – masing tanaman sawi. Berdasarkan pengamatan, pengaruh pupuk organik teradiasi gelombang mikro pada jumlah daun sawi dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 Pengaruh variasi pemberian pupuk organik terhadap jumlah daun sawi hijau (*Brassica juncea l.*)

No	Pupuk	Jumlah Daun			Rata-Rata	Standar Deviasi
		1	2	3		
1	P100-0	6	6	7	6	0,58
2	P100-5	7	8	4	6	2,08
3	P100-10	7	7	6	7	0,58
4	P300-0	6	6	7	6	0,58
5	P300-5	7	6	8	7	1,00
6	P300-10	6	5	6	6	0,58
7	P450-0	6	6	7	6	0,58
8	P450-5	7	5	6	6	1,00
9	P450-10	6	8	8	7	1,15
10	P600-0	6	6	7	6	0,58
11	P600-5	7	6	8	7	1,00
12	P600-10	6	8	5	6	1,53

Pada Tabel 4.27 menunjukkan bahwa jumlah daun sawi hijau dengan variasi pemberian pupuk memiliki perbedaan. Dari data tersebut dibuat plot grafik yang ditunjukkan oleh Gambar 4.13. Selanjutnya untuk mengetahui nilai signifikansi variasi pemberian pupuk terhadap jumlah daun sawi hijau, data dianalisis menggunakan uji anova satu arah. Berikut merupakan hasil analisis anova satu arah yang tersaji dalam Tabel 4.28.



Gambar 4.13 Grafik hubungan variasi pupuk dengan jumlah daun

Tabel 4.28 Hasil uji anova terhadap jumlah daun tanaman sawi hijau

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Beetwen Groups	6,972	11	0,634	0,585	0,822
Within Groups	26,000	24	1,083		
Total	32,972	35			

Hasil uji anova pada Tabel 4.27 menunjukkan pengaruh variasi pupuk organik yang diberikan pada sawi hijau (*Brassica juncea l.*) menunjukkan bahwa variasi pupuk memiliki nilai signifikansi 0,882 (lebih dari 0,05) sehingga tidak ada pengaruh yang nyata antara variasi pemberian pupuk pada jumlah daun sawi.

4.1.2.4 Pengaruh Variasi Pemberian Pupuk Organik terhadap Berat Panen Sawi Hijau (*Brassica Juncea l.*)

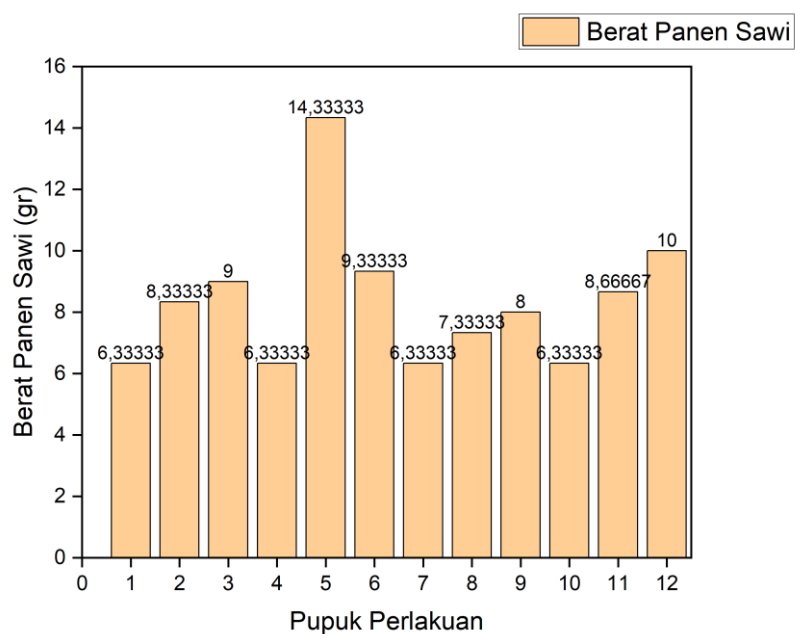
Berat panen sawi hijau diamati dengan ditimbang pada minggu 5 setelah masa tanam. Berdasarkan pengamatan, pengaruh pupuk organik teradiasi gelombang mikro pada berat sawi dapat dilihat pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29 Pengaruh variasi pemberian pupuk organik pada berat panen sawi hijau (*Brassica juncea l.*)

No	Pupuk	Berat Panen (gr)			Rata-Rata	Standar Deviasi
		1	2	3		
1	P100-0	8	7	4	6,33	2,08
2	P100-5	9	13	3	8,33	5,03
3	P100-10	9	9	9	9,00	0,00
4	P300-0	8	7	4	6,33	2,08
5	P300-5	15	14	14	14,33	0,58
6	P300-10	9	10	9	9,33	0,58
7	P450-0	8	7	4	6,33	2,08
8	P450-5	8	9	5	7,33	2,08
9	P450-10	8	9	7	8,00	1,00
10	P600-0	8	7	4	6,33	2,08
11	P600-5	10	4	12	8,67	4,16
12	P600-10	11	14	5	10,00	4,58

Pada Tabel 4.29 menunjukkan bahwa berat sawi hijau dengan pemberian variasi pupuk memiliki perbedaan. Dari data tersebut, dibuat plot grafik hubungan berat panen sawi hijau dengan variasi pemberian pupuk. Grafiknya ditunjukkan oleh Gambar 4.14. Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa rerata 14,333 pada perlakuan pemberian variasi pupuk 300-10 memberikan hasil berat paling tinggi. Sedangkan variasi 100-0, 300-0, 450-0, dan 600-0 memberikan hasil rata – rata berat daun paling rendah, yakni 6,33.

Selanjutnya untuk mengetahui nilai signifikansi variasi pemberian pupuk terhadap jumlah daun sawi hijau, data dianalisis menggunakan uji anova satu arah. Hal ini akan menampilkan hasil signifikan antara variasi. Berikut merupakan hasil analisis anova satu arah yang tersaji dalam Tabel 4.30.



Gambar 4.14 Grafik hubungan variasi pupuk dengan berat panen sawi

Tabel 4.30 Hasil uji anova terhadap berat panen sawi hijau

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Beetwen Groups	172,306	11	15,664	2,161	0,056
Within Groups	174,000	24	7,250		
Total	346,306	35			

Hasil uji anova pada Tabel 4.30 menunjukkan pengaruh variasi pupuk organik yang diberikan pada sawi hijau (*Brassica juncea l.*) menunjukkan bahwa nilai signifikansi yaitu 0,056 (lebih dari 0,05), maka H_1 ditolak dan H_0 diterima. Sehingga variasi pemberian pupuk organik tidak memberikan pengaruh nyata pada perbedaan berat panen sawi hijau.

4.1.2.5 Pengaruh Variasi Pemberian Pupuk Organik terhadap Kandungan

Vitamin C Tanaman Sawi Hijau (*Brassica Juncea L.*)

Vitamin C pada daun sawi hijau diuji dengan cara titrasi asam basa. Setelah masa panen daun sawi hijau diambil ekstraknya, kemudian dilakukan titrasi. Data vitamin C tersaji dalam Tabel 4.31.

Tabel 4.31 Pengaruh variasi pemberian pupuk organik terhadap kandungan vitamin c pada sawi hijau (*Brassica juncea l.*)

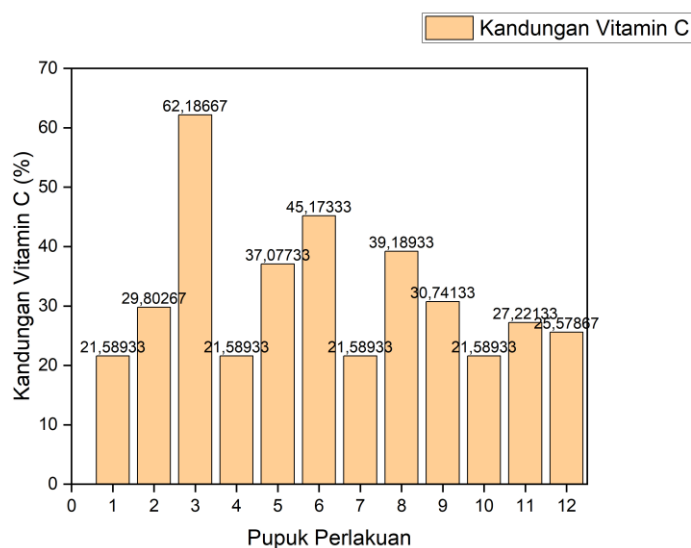
No	Pupuk	Vitamin C (%)			Rata-Rata	Standar Deviasi
		1	2	3		
1	P100-0	23,23	20,42	21,12	21,59	1,46
2	P100-5	24,64	30,27	34,50	29,80	4,95
3	P100-10	61,25	63,36	61,95	62,19	1,07
4	P300-0	23,23	20,42	21,12	21,59	1,46
5	P300-5	36,61	36,61	38,02	37,08	0,81
6	P300-10	44,00	47,17	44,35	45,17	1,74
7	P450-0	23,23	20,42	21,12	21,59	1,46
8	P450-5	42,24	34,50	40,83	39,19	4,12
9	P450-10	35,20	30,27	26,75	30,74	4,24
10	P600-0	23,23	20,42	21,12	21,59	1,46
11	P600-5	26,75	23,94	30,98	27,22	3,54
12	P600-10	29,57	21,82	25,34	25,58	3,88

Dari hasil pengamatan, terlihat bahwa nilai kandungan vitamin C setiap perlakuan variasi pemberian pupuk memiliki perbedaan. Dari data tersebut, dibuat plot grafik hubungan kandungan vitamin C dengan variasi pemberian pupuk. Grafik ditunjukkan oleh Gambar 4.15. Dari grafik tersebut terlihat bahwa variasi pupuk 100-10 memberikan nilai kandungan vitamin C tertinggi daripada variasi yang lain. Selain itu terlihat bahwa nilai kandungan vitamin C pada setiap perlakuan cenderung menurun seiring dengan variasi pupuk yang diberikan.

Untuk mengetahui pengaruh yang lebih signifikan antar variasi maka dilakukan uji anova satu arah. Hasil uji anova tersaji dalam Tabel 4.32.

Tabel 4.32 Hasil uji anova pada kandungan vitamin c sawi hijau

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Beetwen Groups	4998,594	11	454,418	54,263	0,000
Within Groups	200,984	24	8,374		
Total	5199,578	35			



Gambar 4.15 Grafik variasi pupuk terhadap kandungan vitamin c sawi hijau

Hasil uji anova pada Tabel 4.32 menunjukkan pengaruh variasi pupuk organik yang diberikan pada sawi hijau (*Brassica juncea l.*) menunjukkan bahwa nilai signifikansi yaitu 0,00 (kurang dari 0,05), maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Sehingga variasi pemberian pupuk organik memberikan pengaruh nyata pada kandungan vitamin C pada sawi hijau. Selanjutnya dilakukan uji DMRT untuk melihat perbandingan perbedaan perlakuan pada kandungan vitamin C pada sawi hijau. Hasil uji DMRT ditunjukkan oleh Tabel 4.33.

Tabel 4.33 Hasil uji DMRT variasi pupuk terhadap kandungan vitamin c

No	Pupuk	Vitamin C (%)	Notasi Huruf
1	P100-0	21,5900	a
2	P300-0	21,5900	a
3	P450-0	21,5900	a

4	P600-0	21,5900	a
5	P600-10	25,5767	ab
6	P600-5	27,2233	b
7	P100-5	29,8033	b
8	P450-10	30,7400	b
9	P300-5	37,0800	c
10	P450-5	39,1900	c
11	P300-10	45,1733	d
12	P100-10	62,1867	e

Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa terdapat lima kelas hasil perlakuan yang berbeda serta ditampilkan dengan notasi a, b, c, d, dan e Selain itu data kandungan vitamin C sawi hijau telah terurutkan dari data paling sedikit hingga paling banyak. Pada hasil uji, terlihat bahwa variasi pupuk 100-0, 300-0, 450-0, dan 600-0 memberikan hasil rerata paling rendah yakni 21,5900 dan variasi 100-10 memberikan hasil kandungan vitamin C paling banyak yakni 62,1867. Terlihat dalam data tersebut, terdapat perlakuan yang memiliki notasi yang sama, hal ini menandakan bahwa variasi pupuk tersebut memberikan hasil kelas perlakuan yang sama pada kandungan vitamin C pada sawi hijau.

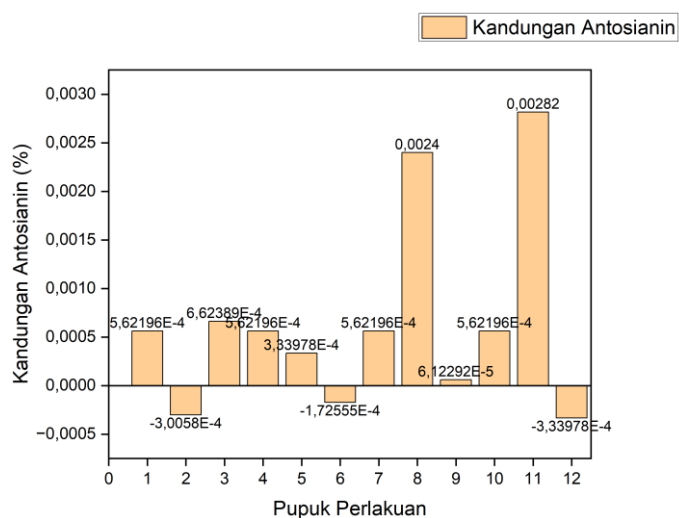
4.1.2.6 Pengaruh Variasi Pemberian Pupuk pada Kandungan Antosianin pada Sawi Hijau (*Brassica Juncea* L.)

Kandungan antosianin pada daun sawi hijau diuji dengan metode pH *different* menggunakan instrumen spektrofotometer UV-visible. Setelah masa panen daun sawi hijau diambil ekstraknya dengan melarutkannya dengan methanol HCl 1%, kemudian dilakukan pengujian dengan pH 1 dan pH 4 menggunakan panjang gelombang yang berbeda. Data kandungan antosianin tersaji dalam Tabel 4.34.

Tabel 4.34 Pengaruh variasi pemberian pupuk terhadap kandungan antosianin pada sawi hijau (*Brassica juncea* L.)

No	Pupuk	Antosianin			Rata-Rata	Standar Deviasi
		1	2	3		
1	P100-0	0,0005	0,0001	0,0012	0,0006	0,0006
2	P100-5	-0,0012	-0,0004	0,0007	-0,0003	0,0010
3	P100-10	0,0001	0,0011	0,0008	0,0007	0,0005
4	P300-0	0,0005	0,0001	0,0012	0,0006	0,0006
5	P300-5	-0,0009	0,0011	0,0008	0,0003	0,0011
6	P300-10	-0,0005	0,0008	-0,0008	-0,0002	0,0009
7	P450-0	0,0005	0,0001	0,0012	0,0006	0,0006
8	P450-5	0,0062	0,0003	0,0007	0,0024	0,0033
9	P450-10	-0,0006	0,0000	0,0008	0,0001	0,0007
10	P600-0	0,0005	0,0001	0,0012	0,0006	0,0006
11	P600-5	0,0015	-0,0001	0,0070	0,0028	0,0037
12	P600-10	-0,0015	-0,0003	0,0008	-0,0003	0,0012

Dari hasil pengamatan, terlihat bahwa variasi daya dan variasi waktu memberikan pengaruh perbedaan terhadap kandungan antosianin yang beragam. Dari data tersebut dibuat plot grafik, yang ditunjukkan pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Grafik pengaruh variasi pupuk terhadap kandungan antosianin

Untuk mengetahui pengaruh yang lebih signifikan antar variasi maka dilakukam uji anova satu arah. Hasil uji anova tersaji dalam Tabel 4.35.

Tabel 4.35 Hasil uji anova pada kandungan antosianin sawi hijau

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0,000	11	0,000	1,132	0,381
Within Groups	0,000	24	0,000		
Total	0,000	35			

Hasil uji anova satu arah menunjukkan bahwa variasi daya dan variasi waktu tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kandungan antosianin pada sawi hijau. Hal ini ditunjukkan dengan nilai signifikan kedua nya lebih dari 0,05.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Gelombang Mikro terhadap Kandungan Unsur Hara Pupuk Organik

Pupuk organik merupakan bahan organik yang kaya akan zat humat, nutrisi tanaman, enzim, dan berbagai spesies mikroorganisme. Seperti tanah, struktur kristal pada pupuk dapat dipengaruhi oleh panas, yang dapat mempengaruhi sifat fisikokimia dan mikroba. Iradiasi gelombang mikro ditandai dengan polarisasi molekul air dengan radiasi elektromagnetik pada frekuensi tinggi (Pitchai, 2011). MWI menembus butiran vermicast untuk menyebabkan gesekan molekul oleh rotasi dipol. Gelombang mikro memberikan efek pemanasan pada materi, sehingga efek ini akan menyebabkan suhu materi akan meningkat. Peningkatan suhu ini akan dapat mengubah struktur kristal dan sifat kimia pupuk yang mengarah pada peningkatan penguapan dan pengurangan aktivitas kimia dan/atau kelarutan (Abbey dkk., 2017).

4.2.1.1 Pengaruh Gelombang Mikro terhadap Kadar Air Pupuk Organik

Menurut Standar Nasional Indonesia, nilai baku mutu kadar air pada produk pupuk beragam, tergantung pada jenisnya. Kadar air memainkan peran penting dalam kualitas produk pupuk. Kadar air dalam segala produk sangat penting untuk mempertahankan tekstur, penampilan, dan daya simpan. SNI Nomor 7763 tahun 2018 menyatakan bahwa kadar air standar untuk pupuk organik padar adalah 8–25%. Kadar air merupakan konsentrasi air yang lazim dinyatakan dengan berat kering. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi yang diberikan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar air. Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa nilai kadar air semakin kecil ketika diberikan variasi daya yang besar. Nilai kadar air terendah adalah kadar air dengan variasi daya 600 watt dan variasi waktu lama paparan 0 menit memberikan nilai kadar air yang besar. Dari hasil pengamatan, diketahui bahwa nilai variasi gelombang mikro berpengaruh terhadap penurunan kadar air pada pupuk.

4.2.1.2 Pengaruh Gelombang Mikro pada Nilai pH Pupuk Organik

Hasil uji faktorial menunjukkan adanya pengaruh antara pemberian gelombang mikro pada pupuk organik terhadap nilai pH pada pupuk. Derajat keasaman atau pH merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi aktivitas mikroorganisme dalam media pengurai bahan organik. Derajat keasaman atau pH seluruh perlakuan menunjukkan kisaran nilai pH adalah 8,60 hingga 9,50. Hasil ini memenuhi syarat teknis minimal mutu pupuk organik (Keputusan Menteri Pertanian nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 tentang-Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik Pupuk Hayati dan Pembenah Tanah, 2019).

Pemberian gelombang mikro memberikan pengaruh pada penurunan nilai pH seiring dengan penambahan daya yang diberikan. Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa variasi daya 600 watt memberikan nilai pH terendah yakni 8,83 dan variasi daya 300 watt memberikan nilai pH tertinggi yaitu 9,26. Dari data nilai pH yang diperoleh, nilai pH 8,83 merupakan nilai pH yang masuk dalam kriteria mutu pupuk yang baik. Dalam penelitian ini nilai pH kontrol turut memberikan hasil nilai pH yang tinggi. Variasi kontrol yang digunakan adalah pada variasi waktu 0 menit. Sehingga variasi daya 600 watt memberikan nilai pH yang optimal.

Penurunan dan peningkatan pH dapat digunakan sebagai penanda adanya aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik (W & Widiyaningrum, 2016). Nilai pH yang terlalu tinggi akan menyebabkan kenaikan konsumsi oksigen dan akan memberikan hal buruk bagi lingkungan. Selain itu nilai pH yang tinggi akan mengubah unsur nitrogen berubah menjadi unsur ammonia. Unsur ini nantinya akan mengubah keadaan menjadi asam, sehingga akan mematikan mikroorganisme yang ada (Setiawan, 2005).

4.2.1.3 Pengaruh Gelombang Mikro terhadap Kandungan C-Organik Pupuk Organik

Kandungan c-organik adalah sebuah unsur penting bagi pupuk organik karena c-organik berperan dalam meningkatkan kandungan karbon organik di dalam tanah. Pada ekosistem tanah, c-organik berfungsi sebagai sumber energi organisme tanah dan mendorong ketersediaan unsur hara pada tanaman. Kandungan c-organik dapat mempertahankan kualitas tanah untuk menunjang

perkembangan akar dan melancarkan pergerakan air tanah melalui pembuatan pori tanah dan kemantapan agregat tanah (Yulina & Ambarsari, 2021).

Penelitian ini mengamati kandungan c-organik pada pupuk organik yang diberikan variasi daya dan lama paparan gelombang mikro. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai c-organik pupuk mengalami penurunan seiring diberikan kenaikan variasi daya. Kandungan c-organik terendah adalah pada pupuk dengan variasi daya 600 watt dengan variasi waktu 10 menit, yakni 3,24. Variasi daya secara signifikan memberikan nilai kandungan c-organik semakin menurun ketika diberikan kenaikan daya. Selain itu, variasi waktu turut memberikan hasil yang signifikan terhadap nilai c-organik.

Pada penelitian Ika (2021) diamati kandungan c-organik dengan berbagai macam bioaktivator pada pupuknya. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa semua nilai c-organik mengalami penurunan kadar karbon. Dalam penelitiannya, bioaktivator yang digunakan adalah EM4 dan Orgadec. Kedua pupuk menunjukkan adanya penurunan kadar karbon. Hal ini disebabkan karena pada masing – masing bioaktivatornya terkandung sebuah mikroorganisme (diantaranya *Actinomycetes*, *Yeast*, bakteri asam laktat, dll) yang berfungsi sebagai pemecah senyawa organik selama proses fermentasi atau pembuatan pupuknya (Budiwanti, 2021).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Hendrick dan Pascoe (1988a) yang menyatakan bahwa perlakuan gelombang mikro mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kadar OC (*organic carbon*) pada tanah. Penelitiannya bertujuan untuk mengetahui pengaruh iradiasi gelombang mikro terhadap aktivitas biomassa pada tanah. Dalam penelitiannya, terjadi

peningkatan kadar N anorganik dan karbon organik terlarut seiring dengan lamanya penyinaran gelombang mikro pada tanah (Hendricks & Pascoe, 1988a).

Kandungan karbon pada pupuk berfungsi sebagai penyusun sel mikroba. Pada saat proses pembuatan pupuk, kandungan c-organik akan kian menurun karena digunakan sebagai sumber energi oleh mikroorganisme untuk proses dekomposisi. Mikroorganisme akan menggunakan kalori yang dihasilkan dalam reaksi biokimia sehingga kadar c-organik akan turun karena digunakan untuk menguapkan CO_2 dan H_2O (Budiwanti, 2021). Sehingga dalam hal ini, kandungan c-organik akan semakin optimal ketika memiliki nilai yang rendah. Sehingga penelitian ini kandungan c-organik pada pupuk menunjukkan hasil yang optimal pada variasi daya 600 watt dan pada variasi waktu paparan 10 menit.

4.2.1.4 Pengaruh Gelombang Mikro terhadap Kandungan Phosphor Pupuk Organik

Unsur P atau fosfor merupakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar. Phosphor pada tanaman berperan dalam proses pembelahan sel dan pengembangan jaringan. Selain itu fosfor juga berfungsi sebagai perangsang pertumbuhan akar. Fosfor diserap oleh tanaman setelah dipecah menjadi ion fosfat yakni HPO_4^{2-} dan $H_2PO_4^-$ (Kusumadewi dkk., 2020). Fosfor turut mendorong proses pembentukan bunga dan kematangan buah pada tanaman. Selain itu adanya kandungan fosfor pada tanaman berfungsi sebagai penyerap air dan unsur hara dari tanah, serta mendistribusikan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tanaman (Bhoki dkk., 2021).

Penelitian ini mengamati kandungan fosfor pada pupuk dengan pemberian variasi gelombang mikro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kandungan fosfor kian meningkat seiring diberikan variasi peningkatan daya dan lama paparan gelombang mikro. Kandungan fosfor optimal pada variasi daya 600 watt dengan lama paparan gelombang mikro 10 menit. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan fosfor perlakuan. Kandungan fosfor pada pupuk organik kontrol memiliki nilai lebih rendah daripada kandungan fosfor pada pupuk yang diberikan perlakuan.

Peningkatan kandungan fosfor pada pupuk sejalan dengan penelitian Abbey (2017) yang menunjukkan terjadinya peningkatan kandungan fosfor walaupun kenaikan tidak terlihat secara nyata. Efek reaksi termal yang diberikan gelombang mikro memberikan pengaruh pada beberapa elemen mineral sesuai dengan output daya yang diberikan. Hasilnya menunjukkan bahwa konsentrasi fosfor kontrol adalah 24 mg.g^{-1} dan konsentrasi fosfor tertinggi adalah pada variasi pemberian daya 800 watt yakni 28 mg.g^{-1} (Abbey dkk., 2017).

Menurut keputusan Menteri Pertanian tentang standar mutu pupuk organik padat, diketahui bahwa kandungan unsur hara makro pupuk minimum 2. Unsur hara makro tersebut meliputi ($N + P_2O_5 + K_2O$) atau nitrogen, fosfor, dan kalium. Hasil penelitian menunjukkan *range* kandungan fosfor pada pupuk adalah pada nilai 0,81 hingga 1,20. Sehingga kandungan fosfor pada penelitian ini telah memenuhi standar mutu pupuk yang baik. Peningkatan kadar P_2O_5 total dapat terjadi karena terlarutnya fosfat dalam asam organik yang dihasilkan oleh aktivitas mikroorganisme *Bacillus* yang mengubah kandungan

glukosa menjadi asam laktat di dalam aktivator nabatai sehingga menyebabkan lingkungan menjadi asam (Irshad dkk., 2013).

Hasil penelitian ini menunjukkan nilai phosphor kian meningkat berbarengan dengan nilai kandungan nitrogen. Hal ini sejalan dengan penelitian Hidayati (2008) yang menyatakan bahwa semakin tinggi kandungan nitrogen pada pupuk organik, maka multiplikasi mikroorganisme yang merombak P_2O_5 akan meningkat sehingga kandungan phosphor akan meningkat. Unsur P_2O_5 akan digunakan mikroorganisme untuk membangun selnya. Mikroorganisme ini nantinya akan menghasilkan enzim fosfatase yang akan menyebabkan terjadinya proses mineralisasi P_2O_5 (Hidayati dkk., 2008).

4.2.1.5 Pengaruh Gelombang Mikro terhadap Kandungan Nitrogen Pupuk Organik

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak. Nitrogen berperan penting dalam menyusun 1-4% biji, batang, dan kulit pada tanaman. Pada bahan organik nitrogen berbentuk protein, sedangkan nitrogen yang diserah oleh tanaman adalah bentuk N yang tersedia dalam bentuk amonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^+) atau senyawa kombinasi lain dalam bentuk protein atau asam amino (Kusumadewi dkk., 2020). Pada tanaman, kandungan N membantu proses pertumbuhan vegetatif pada tanaman, yakni pertumbuhan batang, akar, serta pembentukan daun hijau (Bhoki dkk., 2021).

Pada penelitian ini diamati kandungan nitrogen pada pupuk organik dengan berbagai variasi perlakuan pemberian daya dan lama waktu paparan gelombang mikro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gelombang mikro memberikan hasil optimal pada peningkatan kandungan nitrogen sebanyak

0,06% hingga 3,87%. Nilai kandungan nitrogen paling tinggi adalah pada variasi pupuk dengan daya 600 watt yaitu 1,62. Dari hasil penelitian terlihat bahwa kandungan nitrogen kian meningkat seiring dengan penambahan daya yang diberikan pada pupuk. Selain itu variasi waktu lama pemberian gelombang mikro menghasilkan kandungan nitrogen optimal pada waktu 10 menit.

Peningkatan kandungan nitrogen seiring dengan peningkatan daya yang diberikan sejalan penelitian abbey dkk (2017). Penelitiannya menunjukkan bahwa terjadi peningkatan konsentrasi kjeldahl-N seiring dengan peningkatan daya *microwave irradiation*. Kenaikan konsentrasi kjeldahl-N terlihat signifikan pada daya 0 watt dan daya 200 watt. Pada daya 0 watt kandungan N yang dihasilkan adalah 10 mg. g^{-1} dan pada 200 watt nilai kandungannya adalah 22 mg. g^{-1} . Selain itu pada pemberian daya 400 watt dan 800 watt terlihat adanya kenaikan kandungan N, yaitu 23 mg. g^{-1} dan 25 mg. g^{-1} .

Adanya kandungan nitrogen dalam pupuk dikarenakan terjadinya proses dekomposisi bahan organik yang dilakukan oleh mikroorganisme. Kandungan nitrogen diperoleh melalui tiga tahapan, yaitu reaksi animasi, amonifikasi, dan nitrifikasi. Reaksi animasi adalah penguraian protein pada bahan organik menjadi asam amino. Reaksi amonifikasi merupakan reaksi perubahan protein asam amino menjadi senyawa ammonium (NH_4^+) dan amonia (NH_3). Reaksi nitrifikasi merupakan reaksi perubahan senyawa nitrat dari sebelumnya senyawa amonia dengan melibatkan bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus* (Surtinah, 2013).

Kenaikan kandungan nitrogen dari protein seluler dapat disebabkan oleh gangguan dari sel mikroba. Penelitian Ferris (1984) menemukan bahwa

perlakuan iradiasi gelombang mikro pada beberapa jenis tanah dapat menghilangkan beberapa populasi mikroba, namun terdapat beberapa kista mikroba yang berpotensi layak pulih. Iradiasi dengan gelombang mikro dapat membunuh biomassa mikroba tanah dengan cara yang terkendali. Pelepasan nitrogen dikomparasikan dengan pelepasan $CHCl_3$, diketahui bahwa hanya mikroba N yang tereksitasi setelah iradiasi (Speir dkk., 1986). Didukung oleh penelitian Hendrick dan Pascoe (1988b) yang menyatakan bahwa *microwave irradiation treatment* dapat meningkatkan konsentrasi $NO_2 - N$ dan $NH_4 - N$.

Menurut keputusan Menteri Pertanian tentang standar mutu pupuk organik padat, diketahui bahwa kandungan unsur hara makro pupuk minimum 2. Unsur hara makro tersebut meliputi $(N + P_2O_5 + K_2O)$ atau nitrogen, fosfor, dan kalium. Hasil penelitian menunjukkan semakin diberikan penambahan daya dan waktu paparan gelombang mikro maka kandungan nitrogen pada pupuk semakin meningkat. Peningkatan kandungan nitrogen akan memberikan hasil yang baik pada pertumbuhan tanaman. Hal ini diungkapkan oleh Muhammad, dkk (2017) bahwa ketika sebuah tanaman mengalami kekurangan nitrogen, maka tanaman akan secara cepat menjadi layu dan menguning karena nitrogen yang tersedia tidak cukup untuk membentuk protein dan klorofil. Sehingga hal tersebut akan menyebabkan tanaman tidak mampu untuk memproduksi karbohidrat dan menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi lambat dan kerdil.

4.2.2 Pengaruh Pupuk Organik dengan Paparan Gelombang Mikro terhadap Respon Pertumbuhan Sawi (*Brassica Juncea L.*) dan Kandungan Antioksidannya

Dari hasil uji kandungan unsur hara pada pupuk, selanjutnya akan dilihat pengaruh kandungan unsur hara pada pupuk organik terhadap respon pertumbuhan, berat panen, serta kandungan antioksidan pada tanaman sawi hijau (*Brassica Juncea L.*).

4.2.2.1 Pengaruh Variasi Pemberian Pupuk terhadap Panjang, Lebar, Jumlah Daun, serta Berat Panen Tanaman Sawi Hijau (*Brassica Juncea L.*)

Pada penelitian ini respon pertumbuhan diamati adalah panjang sawi, lebar daun, jumlah daun, serta berat panen tanaman sawi hijau. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa dari dua variabel (panjang dan lebar daun) memberikan pengaruh yang signifikan terhadap respon pertumbuhan tanaman sawi hijau. Terlihat bahwa variasi pupuk 9, 10, dan 11 dst (sesuai urutan hasil uji DMRT terbesar menuju terkecil) memberikan respon sawi yang optimal. Variasi pupuk 600-5 memberikan hasil yang paling baik pada variabel yang diamati. Variasi pupuk 600-5 merupakan pupuk dengan variasi pemberian daya 600 watt dan dengan lama paparan gelombang mikro sebanyak 5 menit. Sedangkan jumlah daun menunjukkan bahwa setiap variasi menghasilkan jumlah daun hampir sama yakni pada range jumlah 6-8 daun. Hasil berat panen menunjukkan bahwa tanaman sawi yang diberikan variasi pupuk 600-10 dst menunjukkan hasil yang optimal.

Dari hasil uji kandungan nitrogen, phosphor, dan c-organik pada pupuk organik. Pupuk dengan variasi 600 watt memiliki hasil kandungan unsur hara makro yang optimal. Dengan kandungan unsur hara yang optimal, maka akan memaksimalkan kerja pupuk organik sesuai dengan kandungan yang dimiliki. Dari hasil uji turut menampilkan bahwa variasi pupuk 1, 2, dan 3 memiliki respon pertumbuhan yang kurang karena hasil uji kandungan unsur haranya belum menunjukkan hasil maksimal (memiliki nilai kandungan unsur hara terendah).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Abbey, dkk (2017) yang menunjukkan bahwa parameter pertumbuhan pada tanaman kubis cina secara signifikan ($p < 0,5$) berpengaruh pada parameter pertumbuhan pada pupuk cacaing yang telah diberikan paparan gelombang mikro. Hasilnya menunjukkan bahwa perubahan signifikan ini terjadi karena adanya perubahan termal akibat rekasi unsur anorganik dan senyawa anorganik dalam pupuk, terutama pada Tingkat keluaran daya yang lebih tinggi (Abbey dkk., 2017). Hal serupa juga sesuai dengan penelitian Ferris (1984).

Penelitian Abbey, dkk menunjukkan bahwa tanaman kubis cina yang mendapatkan perlakuan gelombang mikro dengan daya 300, 400, dan 800 watt menghasilkan jumlah daun tertinggi. Pada variasi daya 0, 100, dan 200 watt menghasilkan tinggi tanaman, luas daun, dan hasil bobot yang signifikan (namun memiliki nilai yang rendah). Berbeda dengan hasil pengamatan variasi daya 400 dan 800 watt. Penelitian Hendrick dan Pascoe (1988a) serta Song, dkk (2012) menunjukkan hasil yang serupa. Penelitian keduanya mengamati peningkatan konsentrasi nutrisi dan hasil tanaman dari tanah terpapar gelombang mikro.

Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa hasil bobot segar daun berbeda signifikan ($p < 0,05$) pada perlakuan daya gelombang mikro 400 dan 800 watt.

Sehingga pada penelitian ini dapat diketahui bahwa dengan perlakuan pemberian gelombang mikro pada pupuk dapat memberikan hasil pertumbuhan tanaman yang optimal. Respon pertumbuhan menunjukkan hasil yang optimal pada variasi daya 300, 450, dan 600 watt. Hasil peningkatan respon tanaman ini diakumulasikan berasal dari peningkatan konsentrasi nutrisi sebagai hasil paparan variasi daya dan waktu gelombang mikro pada pupuk organik.

4.2.2.2 Pengaruh Variasi Pemberian Pupuk terhadap Kandungan Antioksidan pada Tanaman Sawi Hijau (*Brassica Juncea* L.)

Pada penelitian ini, diamati kandungan antioksidan pada hasil panen tanaman sawi hijau. Kandungan antioksidan yang diamati adalah kandungan vitamin C dan kandungan antosianin. Hasil pengamatan diperoleh bahwa variasi pupuk memberikan hasil yang signifikan pada kandungan vitamin C pada sawi hijau. Terlihat bahwa kandungan vitamin C menurun kian diberikan variasi pupuk. Nilai vitamin C rendah dimiliki oleh variasi pupuk 10, 11, 12 (pupuk dengan variasi daya 600 watt). Sedangkan sawi hijau dengan nilai kandungan vitamin C tertinggi adalah pada sawi dengan variasi pupuk 3 (variasi pupuk dengan daya 100 watt). Sedangkan dari data hasil uji antosianin pada sawi hijau diketahui bahwa variasi pupuk tidak berpengaruh secara signifikan terhadap nilai kandungan antosianin. Hal ini ditunjukkan dengan nilai signifikansinya lebih dari 0,05. Sehingga dari hasil penelitian menunjukkan bahwa seiring dengan pemberian variasi daya dan variasi waktu tidak berpengaruh terhadap kandungan antioksidan pada sawi hijau. Hasil uji tidak memenuhi standar

potensi nutrisi sawi hijau, hal ini bisa disebabkan karena kompetisi penyerapan nutrisi dan intensitas penyiraman yang kurang maksimal (Cahyani dkk., 2024). Selain itu bisa karena kurangnya telitinya peneliti dalam pengambilan data kandungan antosianin dan kandungan vitamin C pada sawi hijau.

4.3 Pengaruh Gelombang Mikro pada Pupuk Organik serta Implikasinya terhadap Respon Pertumbuhan Sawi Hijau dalam Perspektif Islam

Allah SWT menyebutkan tentang nikmat-Nya kepada hamba-Nya, diantara memberi mereka ternak, seperti unta, sapi, dan kambing. Dia juga memberi mereka banyak manfaat dan keuntungan dari adanya hewan ternak. Salah satu nikmat adanya hewan ternak tertera dalam surah Yasin ayat 71-73. Firman Allah SWT pada QS Yasin 71-73 adalah sebagai berikut:

أَوَلَمْ يَرَوْا أَنَّا خَلَقْنَا لَهُمْ مِمَّا عَمِلَتْ أَيْدِينَا أَنْعَامًا فَهُمْ لَهَا مَالِكُونَ (٧١)

وَذَلَّلْنَاهَا لَهُمْ فَمِنْهَا رَكُوبُهُمْ وَمِنْهَا يَأْكُلُونَ (٧٢)

وَلَهُمْ فِيهَا مَنَافِعُ وَمَشَارِبُ أَفَلَا يَشْكُرُونَ (٧٣)

Artinya : “Dan tidakkah mereka melihat bahwa Kami telah menciptakan hewan ternak untuk mereka, yaitu sebagian dari apa yang telah Kami ciptakan dengan kekuasaan Kami, lalu mereka menguasainya? (71). Dan Kami menundukkannya (hewan-hewan itu) untuk mereka; lalu sebagiannya untuk menjadi tunggangan mereka dan sebagian untuk mereka makan (72). Dan mereka memperoleh berbagai manfaat dan minuman darinya. Maka mengapa mereka tidak bersyukur? (73).”

Secara garis besar, ketiga ayat tersebut menyampaikan bahwa Allah SWT telah menganugerahkan nikmat-Nya. Allah SWT menjadikan sebagian hewan tunduk kepada manusia. Allah SWT dengan tegas menggunakan diksi *an'am* (أَنْعَام) yang berarti hewan ternak. Allah juga menundukkan hewan untuk dimanfaatkan

oleh pemiliknya. Ada yang dikuasakan manusia untuk dimakan dagingnya dan lemaknya. Beberapa di digunakan sebagai kendaraan dalam perjalanan.

Ayat ini menunjukkan bahwa hewan-hewan tersebut memang dianugerahkan untuk kebaikan manusia. Kata *manafi* (مَنَافِعُ) pada ayat 73 menurut Wahbah Zuhaili dalam al-Tafsir al-Munir menyatakan adanya manfaat lain yang bisa diolah oleh manusia. Dari berbagai macam manfaat dari anugerah Allah SWT, sudah sepantasnya manusia bersyukur. Meng-EsakanNya adalah salah satu cara untuk menunjukkan rasa syukur pada Alla SWT. Allah SWT adalah satu-satunya yang dapat menundukkan hewan yang kuat seperti manusia.

Manfaat yang lainnya dari hewan ternak adalah kotorannya yang dapat digunakan untuk pupuk organik. Pupuk organik merupakan sebuah produk yang dihasilkan dari proses pengomposan, dimana bahan baku pupuknya biberikan mikroorganisme pengurai agar dapat mengalami dekomposisi (Kaswinarni & Nugraha, 2020). Didalam pupuk organik terkandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman guna tanaman dapat memenuhi keperluan fisiologisnya. Sehingga sepatutnya kita bersyukur, adanya pupuk organik yang tercipta memiliki beragam kandungan serta manfaatnya.

Dalam pemanfaatannya pupuk organik yang ditambahkan ke tanah atau tanaman bertujuan untuk meningkatkan ketersediaan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman. Kegunaan pupuk pada tanaman sangat penting untuk meningkatkan produktivitas, kualitas hasil panen, dan ketahanan tanaman terhadap penyakit. Allah SWT dalam QS Ar-Rad ayat 4 berfirman bahwa

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَاوِرَاتٌ وَجَنَّاتٌ مِنْ أَعْنَابٍ وَزَرْعٌ وَنَخِيلٌ صِنْوَانٌ وَغَيْرُ صِنْوَانٍ يُسْقَى بِمَاءٍ
وَاجِدٍ وَنُفْضِلُ بَعْضَهَا عَلَى الْآخَرِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

Artinya : *“Dan di bumi ini ada potongan-potongan tanah yang berdekatan dan kebun-kebun anggur, dan ladang-ladang, dan pohon-pohon kurma yang tumbuh dalam tandanannya masing-masing, dan sebagian (tanaman) yang tidak ada tandanannya, yang ditanam di tempat yang sama. Semuanya itu diberi minum dengan air yang sama, tetapi Kami lebih mendahulukan sebahagian (tanaman) atas sebahagian yang lain dalam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan.”*

Ayat ini menggambarkan bagaimana Allah memberikan produktivitas dan keragaman tanaman di bumi, dengan cara yang menunjukkan kehebatan dan hikmah-Nya. Dalam ayat ini disebutkan bahwa sebagian pohon menghasilkan buah atau bagian-bagian yang dapat dimakan, sebagian berasa manis, dan sebagian lainnya berasa masam. Selain itu tanaman atau tumbuhan memiliki kualitas yang berbeda, beberapa berkualitas tinggi dan beberapa berkualitas rendah; dan beberapa sangat bagus dan beberapa kurang bagus. Karena tanaman-tanaman ini tumbuh di lokasi yang sama, di tanah yang dekat, dan dengan air yang sama, tidak ada faktor lain yang mengubah buah-buahannya selain kekuatan Allah Yang Maha Bijaksana dan Maha Mengetahui.

Allah SWT menciptakan segala sesuatu sesuai dengan naluri, sifat-sifat, dan fungsinya masing-masing dalam hidup. Dalam Quran Surah Al Furqan ayat 2, Allah berfirman:

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُنْ لَهُ شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ

تَقْدِيرًا ﴿٢﴾

Artinya : *“(Yaitu Zat) yang milik-Nyalah kerajaan langit dan bumi, (Dia) tidak mempunyai anak, dan tidak ada satu sekutu pun dalam kekuasaan(-Nya). Dia telah menciptakan segala sesuatu, lalu menetapkan ukuran-ukurannya dengan tepat.”*

Tafsir Wajiz pada ayat diatas menyatakan bahwa Allah memiliki memiliki kerajaan langit dan bumi, Kekuasaan-Nya begitu sempurna dan kemampuan-Nya

tidak terbatas dalam mengurus keduanya. Dia Mahakuasa sehingga tidak memerlukan bantuan. Dia menciptakan segala sesuatu lalu menetapkan ukuran – ukurannya dengan tepat, teliti, dan penuh hikmah.

Allah SWT menciptakan segala sesuatu sesuai dengan fungsinya. Demikian dengan cahaya, Allah menciptakan cahaya tidak pernah diam, selalu bergerak, karena jika diam energinya nol karena massa diam cahaya adalah nol, sehingga tidak ada kehendak. Allah juga tidak pernah diam dan selalu berkehendak. Dalam QS.Ar Rahman ayat 29 Allah berfirman:

يَسْأَلُهُ مَنْ فِي السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ كُلَّ يَوْمٍ هُوَ فِي شَأْنٍ

Artinya: “*Semua yang ada di langit dan bumi selalu meminta kepada-Nya. Setiap waktu Dia dalam kesibukan.*”

Dengan cahaya Allah semua akan dapat dibedakan antara yang benar dengan yang salah. Di dunia semua akan tampak lebih jelas, lebih berarti dan lebih bermanfaat tatkala ada keterlibatan cahaya dengan segala sifat dan kelakukannya. Dengan cahaya itu akan mendapatkan jalan yang benar, mengembangkan ilmu pengetahuan demi peradaban. Tafsir Al-Wajiz / Syaikh Prof. Dr. Wahbah az-Zuhaili, pada saurat Ar Rahman ayat 29 menyatakan bahwa seluruh makhluk meminta kepada-Nya segala sesuatu yang mereka butuhkan berupa kebahagiaan, rejeki, serta kehidupan. Dia menciptakan manusia dan memperbarui keadaan-keadaannya sesuai ketentuanNya yang terdahulu, berupa kehidupan dan kematian, pemberian keagungan dan kehinaan, pemberian kekayaan dan kefakiran, serta pengabulan permintaan, pengharaman sesuatu dan lain-lain.

Allah menciptakan cahaya dengan kekuasaannya. Cahaya merupakan sebuah energi gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang 380 hingga

750 nm (Kalumuck, 2000). Selain cahaya, gelombang mikro merupakan contoh lain dari gelombang elektromagnetik. Gelombang mikro adalah salah satu spektrum elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang 1 mm – 1 m dengan rentang frekuensi 0,3 GHz – 300 GHz (Griffiths, 2017). Pemanasan hasil dari interaksi gelombang mikro dengan material menjadi poin penting dalam pemanfaatan gelombang mikro untuk berbagai keperluan industri. Pemanasan gelombang mikro memiliki banyak manfaat untuk kehidupan.

Pada penelitian ini gelombang mikro digunakan untuk meningkatkan kandungan unsur hara pada pupuk organik. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa variasi daya dan waktu paparan gelombang mikro memberikan peningkatan kandungan nitrogen dan phosphor pada pupuk. Dengan peningkatan kandungan tersebut, kemudian diamati pengaruhnya pada pertumbuhan tanaman sawi hijau. Pupuk organik diberikan pada tanaman sawi memberikan hasil pertumbuhan yang signifikan. Terlihat bahwa tanaman sawi memiliki panjang, lebar, dan jumlah daun yang banyak sering dengan perlakuan daya yang diberikan pada pupuk.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dijalankan mengenai paparan gelombang mikro pada pupuk organik terhadap kandungan unsur haranya serta implikasinya terhadap respon pertumbuhan sawi hijau, ditarik kesimpulan bahwa:

- a. Gelombang mikro memberikan pengaruh terhadap kandungan nitrogen, phosphor, karbon organik, nilai pH, dan kadar air pada pupuk. Nilai kandungan nitrogen dan phosphor meningkat seiring dengan diberikan variasi daya dan lama paparan yang besar pada sawi hijau. Sedangkan kandungan karbon organik dan kadar air akan semakin menurun ketika diberikan variasi daya dan waktu yang semakin besar. Dari semua data pengamatan, dapat diketahui bahwa variasi daya 600 watt selama 5/10 menit memberikan hasil yang paling optimal.
- b. Panjang dan lebar sawi hijau menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap variasi pupuk yang diberikan. Sedangkan berat dan jumlah daun tidak menunjukkan pengaruh nyata. Respon pertumbuhan sawi hijau menunjukkan hasil yang optimal dengan variasi pemberian pupuk berdaya 600 watt. Hal ini disebabkan karena kandungan unsur hara yang tinggi seiring dengan kenaikan daya dan variasi waktu yang diberikan pada pupuk. Sedangkan untuk kandungan antioksidan pada sawi tidak memberikan pengaruh yang signifikan.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang sudah dinyatakan maka diberikan saran untuk dilakukan perbaikan penelitian dimasa mendatang, yaitu:

1. Perlu diberika variasi nilai daya untuk mengetahui hasil yang lebih maksimal lagi dari penelitian ini.
2. Pemberian penyiraman tanaman dan perawatan sawi hojau harus benar – bernar diperhatikan, serta turut mempertimbangkan faktor keberhasilan penanaman sawi hijau
3. Perlu adanya ketelitian dalam mengamati setiap masing masing uji, khususnya pada uji kandungan antosianin pada sawi hijau

DAFTAR PUSTAKA

- Abbey, Lord, Udenigwe, C., Mohan, A., & Anom, E. (2017). Microwave irradiation effects on vermicasts potency, and plant growth and antioxidant activity in seedlings of chinese cabbage (*Brassica rapa* subsp. *Pekinensis*). *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 10(2), 110–116. <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2017.01.002>
- Alaydrus, M. (2020). *Teknik frekuensi radio dan gelombang mikro*.
- Ames, B. N., Shigenaga, M. K., & Hagen, T. M. (1993). Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 90(17), 7915–7922.
- Ariandi, N. (2019). Efektivitas penggunaan pupuk organik padat tepung dan pupuk anorganik pada pertumbuhan dan produksi janten jagung (*Zea mays* L.). *Kumpulan Karya Ilmiah Mahasiswa Fakultas Sains Dan Teknologi*, 1(1), Article 1.
- Basysya, I. R., Mu'affan, A., Thiyafi, A. J., Sa'adah, N., Ardynasari, G. P., Wahyuni, G., Tisha, N., Putri, N., Pradana, R. F., Syukrilah, R., & Effendi, K. (2022). Urgensi penggunaan pupuk organik padat dan pupuk organik cair pada lahan yang kurang humus di Desa Pagebangan Kecamatan Karanggayam Kabupaten Kebumen. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*.
- Bhoki, M., Jeksen, J., & Darwin Beja, H. (2021). Pengaruh pemberian pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi hijau (*Brassica Juncea* L.). *Agro Wiralodra*, 4(2), 64–68. <https://doi.org/10.31943/agrowiralodra.v4i2.67>
- Budiwanti, I. (2021). *Analisis kualitas standar mutu kompos kulit buah kopi robusta (Coffe canephora) dan kotoran sapi menggunakan bioaktivator EM4 dan Orgadec* [Undergraduate, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim]. <http://etheses.uin-malang.ac.id/33566/>
- Cahyani, E. M., Lestari, M. W., & Arfarita, N. (2024). Hasil dan kandungan nutrisi sawi hijau (*Brassica chinesnsis* var. *Parachinesis*.) pada media tanam residu pupuk hayati di tanah berpasir sisa budidaya kedelai. *Jurnal Agronisma*, 12(1), 1–9.
- Cahyono, B. (2003). *Teknik dan strategi budi daya sawi hijau*. Yayasan Pustaka Nusantara.
- Choi, I. S., Cha, H. S., & Lee, Y. S. (2014). Physicochemical and antioxidant properties of black garlic. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 19(10), 16811–16823. <https://doi.org/10.3390/molecules191016811>

- Cömert, E. D., Mogol, B. A., & Gökmen, V. (2020). Relationship between color and antioxidant capacity of fruits and vegetables. *Current Research in Food Science*, 2, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2019.11.001>
- Dewanto, F. G., Londok, J. J. M. R., Tuteurong, R. A. V., & Kaunang, W. B. (2013). Pengaruh Pemupukan Anorganik dan Organik terhadap Produksi Tanaman Jagung sebagai Sumber Pakan. *Jurnal ZooteK*, 32(5), 1–8.
- Erlidawati, Safrida, & Mukhlis. (2018). *Potensi antioksidan sebagai antidiabetes*. Syiah Kuala University Press.
- Fathoni, M. Z., Ismiyah, E., & Sudirdjo, P. (2020). Pelatihan pembuatan dan penggunaan pupuk pada tanaman di SMA Muhammadiyah 3 Bungah Gresik. *Humanism : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.30651/hm.v1i2.5870>
- Ferriss, R. S. (1984). Effect of microwave oven treatment on microorganisms in soil. *The American Phytopathological*, 74(1), 121–126.
- Griffiths, D. J. (2017). *Introduction to electrodynamics* (4th edition). Cambridge University Press.
- Haryanto, E., Suhartini, T., Rahayu, E., & Sunarjono, H. (2007). *Sawi & selada*. Niaga Swadaya.
- Hassanbaglou, B., Abdul Hamid, A., Roheeyati, A., Abdulamir, A., & Khatib, A. (2012). Antioxidant activity of different extracts from leaves of pereskia bleo (Cactaceae). *Journal of Medicinal Plants Research*, 6, 2932–2937. <https://doi.org/10.5897/JMPR11.760>
- Hendricks, C. W., & Pascoe, N. (1988a). Soil microbial biomass estimates using 2450 MHz microwave irradiation. *Plant and Soil*, 110(1), 39–47. <https://doi.org/10.1007/BF02143537>
- Hendricks, C. W., & Pascoe, N. (1988b). Soil microbial biomass estimates using 2450 MHz microwave irradiation. *Plant and Soil*, 110(1), 39–47. <https://doi.org/10.1007/BF02143537>
- Hermawan, R. (2023, Februari 21). Apa itu spektrofotometer UV-Vis? *Laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian*. <https://labftp.ub.ac.id/apa-itu-spektrofotometer-uv-vis/>
- Hidayati, Y. A., Harlia, E., & Marlina, E. T. (2008). Analisis kandungan N, P, dan K pada lumpur hasil ikutan gasbio (sludge) yang terbuat dari feses sapi perah (the content of N, P205 and K20 in biogas sludge made from dairy cattle faeces). *Seminar Nasional Teknologi Peternakan Dan Veteriner*, 271–275.
- Irshad, M., Eneji, A. E., Hussain, Z., & Ashraf, M. (2013). Chemical characterization of fresh and composted livestock manure. *Journal of soil*

science and plant nutrition, 13(1), 115–121. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162013005000011>

- Kabir, E. (2023). Application of microwave heating in polymer synthesis: A review. *Results in Chemistry*, 6, 101178. <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2023.101178>
- Kalumuck, K. E. (2000). *Human body explorations: Hands-on investigations of what makes us tick*. Kendall/Hunt Publishing Company.
- Kaswinarni, F., & Nugraha, A. A. S. (2020). Kadar fosfor, kalium dan sifat fisik pupuk kompos sampah organik pasar dengan penambahan starter EM4, kotoran sapi dan kotoran ayam. *Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, 12(1), 1–6. <https://doi.org/10.30599/jti.v12i1.534>
- Keputusan Menteri Pertanian nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 tentang-Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik Pupuk Hayati dan Pembenah Tanah, Pub. L. No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 (2019).
- Kusumadewi, M. A., Suyanto, A., & Suwerda, B. (2020). Kandungan nitrogen, phosphor, kalium, dan pH pupuk organik cair dari sampah buah pasar berdasarkan variasi waktu. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 11(2), 92–99. <https://doi.org/10.29238/sanitasi.v11i2.945>
- Lewu, F. B., Volova, T., Thomas, S., & Rakhimol, R. K. (2020). *Controlled release fertilizers for sustainable agriculture*. Academic Press.
- Li, Z., Lee, H. W., Liang, X., Liang, D., Wang, Q., Huang, D., & Ong, C. N. (2018). Profiling of phenolic compounds and antioxidant activity of 12 cruciferous vegetables. *Molecules*, 23(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/molecules23051139>
- Mandal, V., Mohan, Y., Hemalatha, S., & Hemalatha, S. (2007). Microwave assisted extraction-an innovative and promising extraction tool for medicinal plant research. *Pharmacognosy Reviews*, 1(1), 7–18.
- Mansyur, N. I., Pudjiwati, E. H., & Murti Laksono, A. (2021). *Pupuk dan pemupukan*. Syiah Kuala University Press.
- Maryam, S., Pratama, R., Effendi, N., & Naid, T. (2015). Analisis aktivitas antioksidan ekstrak etanolik daun yodium (*Jatropha multifida* L.) dengan metode cuprix ion reducing antioxidant capacity (CUPRAC). *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 2(1), Article 1. <https://doi.org/10.33096/jffi.v2i1.185>
- Muhammad, T. A., & Zaman, B. (2017). Pengaruh penambahan pupuk kotoran kambing terhadap hasil pengomposan daun kering di TPST UNDIP. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(3).

- Najihah, F. (2023). *Pengaruh paparan teknologi sonic bloom terhadap pertumbuhan, kandungan flavonoid, dan vitamin c tanaman selada merah (Lactuca sativa var. Crispa)* [Undergraduate, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim]. <http://etheses.uin-malang.ac.id/59875/>
- Novianti, M. E. (2017). Perbandingan kadar besi (Fe) pada sawi putih dengan sawi hijau yang dijual di beberapa pasar Kabupaten Brebes. *Publicitas*, 2(2).
- Nugraha, K. (2023, Februari 7). Problem pupuk subsidi, mulai dari istilah langka hingga masalah kartu tani. *tvberita.co.id*. <https://tvberita.co.id/news/nasional/problem-pupuk-subsidi-mulai-dari-istilah-langka-hingga-masalah-kartu-tani/>
- Özorak, A., Nazıroğlu, M., Çelik, Ö., Yüksel, M., Özçelik, D., Özkaya, M. O., Çetin, H., Kahya, M. C., & Kose, S. A. (2013). Wi-fi (2.45 GHz)- and mobile phone (900 and 1800 MHz)- induced risks on oxidative stress and elements in kidney and testis of rats during pregnancy and the development of offspring. *Biological Trace Element Research*, 156(1–3), 221–229. <https://doi.org/10.1007/s12011-013-9836-z>
- Parker, S. P. (1984). *McGraw-Hill dictionary of biology*. McGraw-Hill.
- Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia nomor 10 Tahun 2022 tentang Tata Cara Penetapan Alokasi dan Harga Eceran Tertinggi Pupuk Bersubsidi Sektor Pertanian, Pub. L. No. 10, 656 13 (2022).
- Pitchai, K. (2011). *Electromagnetic and heat transfer modeling of microwave heating in domestic ovens* [University of Nebraskaa-Lincoln]. <https://digitalcommons.unl.edu/foodscidiss/38>
- Prana, R. R., Septianti, K., Husna, A., Hamdi, M. S., Annas, A. R., Krisnanda, S., Salsabilla, T., Wisnu, Y. S., & Setiyono, S. (2023). Pemanfaatan limbah kotoran sapi menjadi pupuk organik di Desa Gubrih, Kecamatan Wringin, Kabupaten Bondowoso. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Applied*, 2(1), 8. <https://doi.org/10.19184/jpma.v2i1.39460>
- Pratt, D. E. (1992). Natural antioxidants from plant material. Dalam *Phenolic Compounds in Food and Their Effects on Health II* (Vol. 507, hlm. 54–71). American Chemical Society. <https://doi.org/10.1021/bk-1992-0507.ch005>
- Rahmawati, M., & Santoso, R. S. S. (2020). Fortifikasi fosfor pada pembuatan pupuk organik padat berbahan baku feses sapi potong terhadap kadar fosfor dan C/N rasio. *Journal of Animal Science and Technology*, 2(1), 39–44.
- Rohani, S., Sirajuddin, S. N., Said, M. I., & Mide, Z. (2016). Model pemanfaatan urine sapi sebagai pupuk organik cair Kecamatan Liburen Kabupaten Bone. *Jurnal PanritaAbdi*, 1(1), 11–15.
- Rukmana, R. (2001). *Bertanam petsai dan sawi*. Kanisius.

- Sarojo, G. A. (2011). *Gelombang dan optika*. Salemba Teknik.
<https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=545645>
- Setiawan, I. N. D., M. Sc., Kristian & Budi Susilo. (2005). *Cara cepat membuat kompos*. AgroMedia.
- Soltysiak, M., Celuch, M., & Erle, U. (2011). Measured and simulated frequency spectra of the household microwave oven. *2011 IEEE MTT-S International Microwave Symposium*, 1–4.
<https://doi.org/10.1109/MWSYM.2011.5972844>
- Song, Z.-X., Wang, Z.-Y., Wu, L.-Y., Fan, Y.-T., & Hou, H.-W. (2012). Effect of microwave irradiation pretreatment of cow dung compost on bio-hydrogen process from corn stalk by dark fermentation. *International Journal of Hydrogen Energy*, 37(8), 6554–6561.
<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2012.01.121>
- Speir, T. W., Cowling, J. C., Sparling, G. P., West, A. W., & Corderoy, D. M. (1986). Effects of microwave radiation on the microbial biomass, phosphatase activity and levels of extractable N and P in a low fertility soil under pasture. *Soil Biology and Biochemistry*, 18(4), 377–382.
[https://doi.org/10.1016/0038-0717\(86\)90041-6](https://doi.org/10.1016/0038-0717(86)90041-6)
- Sunarjono, H. (2013). *Bertanam 36 jenis sayur*. Penebar Swadaya Grup.
- Suparyana, P. K., Eka Indrawan, I. P., & Saputra, M. (2021). Efisiensi penggunaan pupuk rumput laut pada tanaman buah naga di daerah Nusa Penida. *Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*, XI(2), 266–278.
<https://doi.org/10.5281/ZENODO.5607173>
- 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. <https://doi.org/10.31849/jip.v11i1.1309>
- Systems, C. on the P. E. of E. F. on B., Sciences, C. on L., Studies, D. on E. and L., & Council, N. R. (1997). *Possible health effects of exposure to residential electric and magnetic fields*. National Academies Press.
- The Editors of Encyclopedia, B. (2023, Februari 6). *Microwave oven*. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/technology/microwave-oven>
- Timung, A. P., Bara, N., & Demang, F. (2023). The effect of giving goat manure on lettuce growth and product by using yard land in Dulolong Village, Alor District. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 16(1), 6–10.
<https://doi.org/10.21107/agrovigor.v16i1.10327>
- Tristantini, D., Ismawati, A., Pradana, B. T., & Gabriel, J. (2016). Pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH pada daun tanjung (*Mimusops elengi* L). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan.”*

- Tulungen, A. G., Tumewu, P., Montolalu, M., Rantung, J. L., & Tulung, S. (2019). Penentuan dosis formulasi pupuk organik untuk efisiensi penggunaan phonska pada tanaman jagung manis (*Zea mays sacharata* Sturt.). *EUGENIA*, 25(2), 56–62. <https://doi.org/10.35791/eug.25.2.2019.33807>
- W, D. A., & Widiyaningrum, P. (2016). Penggunaan EM4 dan mol limbah tomat sebagai bioaktivator pada pembuatan kompos. *Life Science*, 5(1), Article 1.
- Wikipedia. (2023). Microwave oven. Dalam *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Microwave_oven&oldid=1156416908#cite_note-1
- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2002). *Fisika universitas jilid I*. Erlangga.
- Yulina, H., & Ambarsari, W. (2021). Hubungan kandungan N-total dan C-organik tanah terhadap berat panen tanaman pakcoy pada kombinasi kompos sampah kota dan pupuk kandang sapi. *Jurnal Agro Wiralodra*, 4(1), 26–30.
- Zitzewitz, P. W. (2011). *The handy physics answer book*. Visible Ink Press.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Penelitian

Respon Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau

Pemindahan media tanam ke polybag = 5 April 2024

MST 1 = 13 April 2024

MST 2 = 21 April 2024

MST 3 = 28 April 2024

MST 4 = 04 Mei 2024

MST 5 = 11 Mei 2024

Panen = 12 Mei 2024

Variasi Pupuk	MST	Panjang			Lebar			Jumlah		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Pupuk 1	1	7,0	6,5	4	1,5	2,5	1	3	3	2
	2	11	10,5	6,5	2,7	3,5	2,3	5	5	3
	3	13	11,5	7,5	2,8	3,7	3	5	6	4
	4	11,5	12	8	2,5	3,8	3	6	7	4
	5	13	13,5	6,7	4,5	4,8	3,5	8	8	4
Pupuk 2	1	6	7	6,5	2	2,7	2,5	3	4	5
	2	10,5	15	12	2,5	4,5	4	5	5	6
	3	11	15,7	6	2,8	4,5	2	5	7	5
	4	11,5	16	6	3	4	2,5	7	8	4
	5	10	16	6	4,5	5,5	3		7	6
Pupuk 3	1	8	6,5	5,5	2,5	2,8	1,5	6	5	4
	2	12	11	6,5	3,5	3,5	2,5	6	6	4
	3	12	12	9	3,5	3,6	2,5	6	6	5
	4	11	13	9	3,5	3	2	7	7	6
	5	12,5	14	12	5	5	5	8	6	7
Pupuk 4	1	7,1	7	7,5	2,1	2	2	4	4	4
	2	10	9	10	3,5	3	3,5	4	4	4
	3	10,5	10	12	3,5	3,6	2,5	5	4	5
	4	14	16,5	13,5	4	4	4	6	6	7
	5	11,5	9,5	14,5	4	3	5	5	6	7
Pupuk 5	1	8	9,5	8	2,8	3,6	2,5	3	4	3
	2	11,5	17	12	3,8	5	3,5	5	5	5
	3	11,5	7	12,5	4	4,2	4	5	6	7
	4	14,5	14	14,5	4	3,5	3,7	5	6	8
	5	15	15	15	6	6	5,5	7	5	7
Pupuk 6	1	7	8	9	2	2,8	2,5	3	4	5
	2	7,5	11,5	12,5	3	3,5	3,5	4	5	6

Variasi Pupuk	MST	Panjang			Lebar			Jumlah		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Variasi Pupuk	3	8	13	12,5	3,5	4	3,5	4	5	6
	4	13,5	14	14,5	4	3,5	4	5	6	7
	5	13	16,5	14	5,5	6,5	4	7	9	8
Pupuk 7	1	7,5	8,5	8,5	3	3,2	1,6	5	4	4
	2	12,5	14	10	4	4,8	3	5	5	4
	3	13,5	14	10,5	4	5	3,5	6	6	6
	4	12	15	13	3	4,3	3,1	7	8	5
	5	13,5	16	14	5,5	6,5	4	4	9	8
Pupuk 8	1	8,5	11	9	2,3	2,5	1,8	4	5	4
	2	13	14	11,5	3,7	4,5	2,8	4	6	4
	3	11	15,5	11,5	3,7	5	3	5	7	5
	4	12	14,5	11,5	3,5	5,5	3,2	7	5	6
	5	12,5	15	9	4	6,5	4	8	6	7
Pupuk 9	1	5	10,5	11,5	1,5	3,1	2,3	4	3	3
	2	6,5	12,5	15	2,5	4	4	4	6	5
	3	7	14	16,5	3,5	5	4,5	5	7	6
	4	13,5	15,5	16,5	3,5	5,5	5,5	6	8	5
	5	13	15	14	4	5	6	6	6	4
Pupuk 10	1	10	7,5	6	2	1,8	1	3	5	4
	2	14	12	7	4,5	3	2,5	5	5	4
	3	14	12	9	4,8	3,5	3	5	6	5
	4	14,5	16	13	5	4	4	7	6	4
	5	11,5	16,5	14	6	7	3	7	7	6
Pupuk 11	1	6	4,5	10	1,5	1,5	2,5	4	5	6
	2	7	4,5	14	2	1,8	4,5	4	5	6
	3	8	7	14	2,3	2,3	4,8	5	5	7
	4	15,5	13,5	16,5	5	4,5	4,8	4	5	8
	5	14,5	13	15	5	4	6	6	4	8
Pupuk 12	1	7,7	7,5	6	2	1,8	1	3	4	4
	2	10,5	10	8	3,7	3	2	6	5	5
	3	12,5	11	10	4	3,5	2,3	7	7	4
	4	12	12	14	4,5	3,8	3,5	6	8	5
	5	14,5	13	14,5	6	5,5	4	6	10	6

Lampiran 2 Hasil Uji Labolatorium

Kandungan Nitrogen, Phosphor, dan Kadar Air

LABORATORIUM UPT PENGEMBANGAN AGRIBISNIS TANAMAN PANGAN DAN HORTIKULTURA										
BEDAL - LAWANG										
No	Asal Contoh	pH Larut		Bahan Organik			BO %	P2O5 Total (H2SO4+H2O2) %	K2O Total (H2SO4 + H2O2) %	KA
		H2O	KCl	% C	% N	C/N				
1	An. Nadia Dwi Wigayadana									
2	A1U1				1.22			0.81		42.30
3	A1U2				1.21			0.80		41.50
4	A2U1				1.23			0.82		42.40
5	A2U2				1.06			0.92		25.40
6	A2U3				1.06			0.91		26.9
7	A3U1				1.07			0.90		26.30
8	A3U2				1.06			0.92		32.80
9	A3U3				1.22			0.98		32.10
10	B1U1				1.23			0.97		33.00
11	B1U2				1.22			0.99		41.10
12	B1U3				1.38			0.97		40.30
13	B2U1				1.37			0.96		41.70
14	B2U2				1.44			1.02		31.70
15	B2U3				1.44			1.05		32.10
16	B3U1				1.42			1.07		33.00
17	B3U2				1.46			1.08		27.40
18	B3U3				1.47			1.07		28.90
										28.10

KASI PRODUKSI

SLAMET.SP

Penata Tk. I

NIP. 19730817 200003 1 014

ANALIS TANAH

AMRUL DATIANI S.P

Perata Mula

NIP. 19640925 200712 2 018

PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR

DIKEMAS

MOHAMMAD JUSUF WIGUNA, SP.MM

IV-4/Pembina

NIP. 19790831 200312 1 007

Pt. KEPALA UPT PATIH

KASI PRODUKSI

SLAMET, SP

Penata Tk. I

NIP. 19730817 200003 1 014



PL. KEPALA UPT PATPH

MOHAMMAD JUSUF WIGUNA, SP.MM

IV-A/Pembina

NIP. 19790831 200312 1 007

Sidoarjo, 30 Mei 2024

ANALIS TANAH

AMRIL DAYANI, S.P.

Penata Muda

NIP. 19940925 202012 2 078

LABORATORIUM UPT PENGEMBANGAN TANAMAN PANGAN DAN HORTIKULTURA
BEDALI - LAWANG

NO	Asal Contoh	pH Land		Bahan Organik			BO	P205 Total (H2SO4+H2O2) %	K2O Total (H2SO4 + H2O2) %	KA
		H2O	KCL	% C	% N	C/N				
1	An. Nadia Dwi Widayadana	C1U1			1.51			1.08		40.50
2		C1U2			1.52			1.07		40.90
3		C1U3			1.51			0.07		41.70
4		C2U1			1.53			1.19		25.20
5		C2U2			1.54			1.17		26.70
6		C2U3			1.53			1.19		27.40
7		C3U1			1.53			1.13		30.20
8		C3U2			1.55			1.13		20.32
9		C3U3			1.56			1.14		32.40
10		D1U1			1.54			1.16		42.00
11		D1U2			1.57			1.15		43.80
12		D1U3			1.57			1.15		42.40
13		D2U1			1.55			1.17		27.30
14		D2U2			1.57			1.16		29.30
15		D2U3			1.58			1.17		7.70
16		D3U1			1.62			1.20		7.71
17		D3U2			1.62			1.20		8.70
18		D3U3			1.61			1.21		

KASI PRODUKSI

SLAMET, SP
Penata Tk. I
NIP. 19730817 200003 1 014



Sidoarjo, 30 Mei 2024

ANALIS TANAH

AMIRUL IDAYANI, S.P.
Penata Muda
NIP. 19940925 202012 2 018 s

Lampiran 3 Dokumentasi

1. Pemberian gelombang mikro pada pupuk organik



2. Pemeliharaan sawi hijau (Brassica juncea L.)



3. Pemberian variasi pupuk pada tanaman sawi hijau



4. Pengukuran respon pertumbuhan sawi hijau



5. Pengujian kandungan c-organik dengan metode *walkey and black*



6. Pengukuran nilai pH pupuk organik



7. Pengukuran kandungan nitrogen, kadar air, dan phosphor pupuk



8. Pemanenan sawi dan pengukuran berat panen



9. Persiapan sampel sawi untuk dilakukan uji kandungan antioksidan



10. Uji kandungan vitamin C pada sawi hijau



11. Uji kandungan antosianin pada sawi hijau





JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 200604110013
Nama : NADIA DWI WIDYADANA
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Jurusan : FISIKA
Dosen Pembimbing 1 : Dr. H. AGUS Mulyono, S.Pd., M.Kes
Dosen Pembimbing 2 : FIKRIYATUL AZIZAH SU'UD, M.Si
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : PENGARUH PEMBERIAN GELOMBANG MIKRO PADA PUPUK ORGANIK TERHADAP KANDUNGAN UNSUR HARA PUPUK SERTA IMPLIKASINYA PADA PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN ANTIOKSIDAN PADA TANAMAN SAWI HIJAU (BRASICA JUNCEA L.)

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	18 Oktober 2023	Dr. H. AGUS Mulyono, S.Pd., M.Kes	Konsultasi pengajuan judul skripsi	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
2	06 Desember 2023	Dr. H. AGUS Mulyono, S.Pd., M.Kes	Konsultasi Bab I, II, III	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
3	11 Desember 2023	Dr. H. AGUS Mulyono, S.Pd., M.Kes	Konsultasi Revisi Bab I, II, III	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
4	31 Januari 2024	Dr. H. AGUS Mulyono, S.Pd., M.Kes	Konsultasi revisi hasil seminar proposal	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
5	29 April 2024	Dr. H. AGUS Mulyono, S.Pd., M.Kes	Konsultasi rangkalan proses penelitian	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
6	17 Mei 2024	Dr. H. AGUS Mulyono, S.Pd., M.Kes	Konsultasi data penelitian	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
7	30 Mei 2024	Dr. H. AGUS Mulyono, S.Pd., M.Kes	Konsultasi data penelitian	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
8	05 Juni 2024	FIKRIYATUL AZIZAH SU'UD, M.Si	Konsultasi revisi Integrasi dan Bab IV	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
9	06 Juni 2024	Dr. H. AGUS Mulyono, S.Pd., M.Kes	Konsultasi Bab IV	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
10	19 Juni 2024	Dr. H. AGUS Mulyono, S.Pd., M.Kes	Konsultasi revisi hasil semhas	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
11	19 Juni 2024	FIKRIYATUL AZIZAH SU'UD, M.Si	Konsultasi draft sidang skripsi	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
12	21 Juni 2024	Dr. H. AGUS Mulyono, S.Pd., M.Kes	Persetujuan draft sidang skripsi	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2

FIKRIYATUL AZIZAH SU'UD, M.Si

Malang, _____

Dosen Pembimbing 1

Dr. H. AGUS Mulyono, S.Pd., M.Kes

