

**INOVASI TEKNOLOGI BIOCHAR DAN BOKASHI  
PADA TANAMAN KEDELAI DI TANAH  
SUBOPTIMAL BASAH SECARA BERKELANJUTAN**

**Ir. Sri Andayani, M.MA.  
Ir. Edy Syafril Hayat, M.P.  
Adi Mursalin, S.E., M.M.  
Johansyah, S.P.**



**GETPRESS INDONESIA**

**INOVASI TEKNOLOGI BIOCHAR DAN BOKASHI  
PADA TANAMAN KEDELAI DI TANAH  
SUBOPTIMAL BASAH SECARA BERKELANJUTAN**

**Penulis:**

Ir. Sri Andayani, M.MA.  
Ir. Edy Syafril Hayat, M.P.  
Adi Mursalin, S.E., M.M.

**ISBN:**

**Editor:** Mila Sari, M.Si.

**Penyunting:** Yuliatrini Novita, M.Hum.

**Desain Sampul dan Tata Letak:** Tri Putri Wahyuni, S.Pd.

**Penerbit:** GETPRESS INDONESIA  
Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

**Redaksi:**

Jl. Palarik RT 01 RW 06, Kelurahan Air Pacah  
Kecamatan Koto Tengah, Padang, Sumatera Barat

website: [www.getpress.co.id](http://www.getpress.co.id)  
email: [adm.getpress@gmail.com](mailto:adm.getpress@gmail.com)

Cetakan pertama, Januari 2024

Hak cipta dilindungi undang-undang  
dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk  
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT bahwa atas rahmat dan karunia-Nya Peneliti telah dapat menyelesaikan buku monograf dengan judul “Inovasi Teknologi Pada Tanaman Kedelai Di Tanah Suboptimal Basah Secara Berkelanjutan”. Buku ini disusun berdasarkan hasil penelitian pada Tahun 2022. Buku ini bertujuan untuk memberikan informasi kepada pembaca tentang Inovasi Teknologi Biochar Dan Bokashi yang diaplikasikan pada tanaman kedelai di lahan Suboptimal Basah.

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi melalui DRPTM yang telah mendanai penelitian ini pada skema Penelitian Terapan Kompetitif Nasional (PTKN) tahun 2022-2023.

Semoga buku ini memberi manfaat serta menambah referensi bagi pembacanya. Saran dan kritik penulis harapkan guna memperbaiki buku di masa mendatang.

Pontianak, Desember 2023  
**Penulis**

## DAFTAR ISI

|                                                                                                                                       |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>                                                                                                           | <b>i</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                                                                                                | <b>iii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL.....</b>                                                                                                              | <b>iv</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                                                                                                             | <b>v</b>   |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>                                                                                                        | <b>1</b>   |
| A. Kendala Tanah Suboptimal Basah .....                                                                                               | 2          |
| B. Kedelai sebagai Tanaman Strategis .....                                                                                            | 3          |
| C. Manfaat Biochar .....                                                                                                              | 5          |
| D. Manfaat Bokashi.....                                                                                                               | 6          |
| E. Meningkatkan Keberlanjutan Pertanian.....                                                                                          | 7          |
| <b>BAB II TANAMAN KEDELAI .....</b>                                                                                                   | <b>11</b>  |
| A. Sejarah Kedelai : Asal Usul dan Peranannya dalam Pertanian..                                                                       | 13         |
| B. Manfaat Kedelai : Nilai Gizi, Kegunaan Industri dan<br>Pentingnya bagi Pangan Indonesia.....                                       | 14         |
| C. Pentingnya Kedelai bagi Pangan di Indonesia.....                                                                                   | 18         |
| D. Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai.....                                                                                                 | 20         |
| <b>BAB III BUDIDAYA TANAMAN KEDELAI DI POLIBAG.....</b>                                                                               | <b>27</b>  |
| A. Persiapan Media di Polibag .....                                                                                                   | 27         |
| B. Pemilihan Tanah Suboptimal : Mengapa Tanah Supoptimal<br>Dipilih dan Cara Memilih Tanah yang Sesuai untuk<br>Budidaya Kedelai..... | 41         |
| <b>BAB IV INOVASI TEKNOLOGI BIOCHAR DAN BOKASHI YANG<br/>DIAPLIKASIKAN PADA TANAMAN KEDELAI DI LAHAN<br/>SUBOPTIMAL BASAH.....</b>    | <b>73</b>  |
| A. Sifat Kimia dan fisika tanah awal (Kondisi sebelum aplikasi<br>perlakuan).....                                                     | 75         |
| B. Komposisi kimia bahan pembuat biokompos dan<br>biokompos matang.....                                                               | 77         |
| <b>BAB VI PENUTUP .....</b>                                                                                                           | <b>82</b>  |
| A. Kesimpulan.....                                                                                                                    | 82         |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                                                                                                            | <b>84</b>  |
| <b>BIODATA PENULIS</b>                                                                                                                |            |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1. Hasil analisis tanah awal (Tanah Alluvial).....                                                           | 77 |
| Tabel 2. Komposisi Hara Biochar Sekam Padi, Pupuk<br>Kandang Burung Puyuh, dan Bokashiancangan<br>Penelitian ..... | 78 |
| Tabel 3. Uji BNJ pH tanah (14 hari setelah aplikasi biochar<br>dan 7 hari setelah aplikasi biokompos) .....        | 79 |
| Tabel 4. Pertumbuhan dan hasil Tanaman Kedelai .....                                                               | 81 |



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Budidaya kedelai di tanah suboptimal basah merupakan tantangan yang signifikan dalam meningkatkan produktivitas tanaman kedelai. Biochar dan bokashi merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi kendala ini. Biochar adalah arang yang dihasilkan dari biomassa yang dipanaskan dalam kondisi tanpa oksigen, sementara bokashi adalah pupuk organik hasil fermentasi bahan organik dengan mikroba. Kombinasi aplikasi biochar dan bokashi telah terbukti efektif dalam meningkatkan produktivitas tanaman kedelai di lingkungan yang memiliki kendala lahan suboptimal, khususnya yang cenderung basah (Patriani, 2022; Lima et al., 2015).

Aplikasi bokashi telah terbukti dapat meningkatkan struktur tanah, kapasitas menahan air, dan mengurangi polusi lingkungan. Bokashi juga dapat meningkatkan ketersediaan hara tanah, seperti kandungan nitrogen, fosfor, dan kalium, yang penting untuk pertumbuhan tanaman kedelai. Sementara itu, biochar juga dapat meningkatkan ketersediaan hara tanah dan kapasitas menahan air, yang keduanya sangat penting dalam mengatasi kendala lahan suboptimal basah.

Hara tanaman merupakan faktor kunci dalam meningkatkan produktivitas tanaman kedelai. Kekurangan satu atau lebih mikronutrien dapat sangat memengaruhi produksi dan kualitas tanaman. Oleh karena itu, penting untuk memastikan ketersediaan mikronutrien yang cukup dalam tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman kedelai yang optimal.

Selain itu, penelitian juga menunjukkan bahwa aplikasi bokashi dapat meningkatkan kesuburan tanah dan kandungan bahan organik tanah, yang keduanya berkontribusi pada peningkatan produktivitas tanaman kedelai. Hal ini menunjukkan

bahwa aplikasi biochar dan bokashi tidak hanya berdampak pada ketersediaan hara tanah, tetapi juga pada kondisi fisik dan biologi tanah yang mendukung pertumbuhan tanaman kedelai yang optimal.

Budidaya kedelai di lingkungan yang memiliki kendala lahan suboptimal basah, aplikasi biochar dan bokashi dapat menjadi strategi yang efektif dalam meningkatkan produktivitas tanaman kedelai. Kombinasi dari peningkatan ketersediaan hara tanah, perbaikan struktur tanah, dan peningkatan kandungan bahan organik tanah dapat memberikan dukungan yang komprehensif bagi pertumbuhan tanaman kedelai di lingkungan lahan suboptimal tersebut.

#### **A. Kendala Tanah Suboptimal Basah**

Tanah Suboptimal basah ditandai dengan drainase yang buruk, kadar air yang tinggi, tingkat keasaman yang tinggi, dan kesuburan tanah yang rendah, hal ini menjadi tantangan yang signifikan bagi budidaya kedelai, yang pada akhirnya menghambat produktivitasnya. Kondisi ini sering dikaitkan dengan rendahnya kandungan bahan organik, unsur kimia tertentu yang menghambat pertumbuhan tanaman, dan kebutuhan pembenah tanah untuk meningkatkan kualitas tanah dan produktivitas tanaman (Faizaty dkk., 2016; Marwanto dkk., 2021; Hidayat dkk., 2020; Pujiwati dkk., 2023; Rini & Sugiyanta, 2022; Musaad dkk., 2020; Hindersah dkk., 2019).

Pengaruh kadar air tanah terhadap penetrasi akar, ketersediaan air, drainase, aerasi, dan nutrisi tanaman sangat penting dalam menentukan keberhasilan pertumbuhan kedelai (Hidayat et al., 2020). Penggunaan pupuk organik, seperti biochar dan pupuk kandang, telah diidentifikasi sebagai cara untuk meningkatkan kualitas tanah dan produktivitas tanaman di daerah tropis dengan kondisi tanah



yang kurang optimal (Marwanto et al., 2021; Maulana & Suswana, 2018; Rini & Sugiyanta, 2022; Hindersah et al., 2019). Selain itu, penggunaan bahan amelioran, seperti biochar dan pupuk organik, telah terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas tanah dan produktivitas tanaman di lahan tadah hujan (Marwanto et al., 2021). Selain itu, ketersediaan fosfor dan penyerapannya oleh tanaman kedelai dapat dipengaruhi oleh aplikasi amelioran pada tanah Ultisols (Musaad et al., 2020).

## **B. Kedelai sebagai Tanaman Strategis**

Kedelai (*Glycine max*) merupakan salah satu tanaman komoditas pangan yang penting. Tanaman kedelai memiliki beragam manfaat, termasuk sebagai sumber protein tinggi dan minyak nabati. Dalam konteks kebutuhan pangan dan gizi manusia, peningkatan produktivitas tanaman kedelai menjadi sangat penting.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas tanaman kedelai yaitu faktor genetik, lingkungan, dan manajemen pertanian. Secara genetik, pemilihan varietas unggul yang memiliki potensi hasil tinggi dan ketahanan terhadap hama penyakit menjadi kunci dalam meningkatkan produktivitas kedelai. Selain itu, faktor lingkungan seperti ketersediaan air, nutrisi tanah, dan kondisi iklim juga berperan penting dalam menentukan produktivitas tanaman kedelai. Manajemen pertanian yang baik, termasuk penggunaan teknologi budidaya yang tepat, pengendalian hama dan penyakit, serta pengelolaan sumber daya tanah dan air, juga berkontribusi dalam meningkatkan produktivitas kedelai.

Strategi untuk meningkatkan produktivitas kedelai meliputi pengembangan varietas unggul melalui pemuliaan tanaman, penerapan praktik pertanian berkelanjutan, penggunaan pupuk dan pestisida yang tepat, serta penerapan

teknologi modern dalam budidaya kedelai. Pemuliaan tanaman kedelai untuk menghasilkan varietas yang memiliki daya hasil tinggi, ketahanan terhadap stress lingkungan, dan kualitas biji yang baik menjadi fokus utama dalam upaya peningkatan produktivitas kedelai. Selain itu, praktik pertanian berkelanjutan yang mengintegrasikan sistem pertanian, peternakan, dan kehutanan juga dapat meningkatkan produktivitas kedelai secara holistik. Penggunaan pupuk dan pestisida yang sesuai dengan kebutuhan tanaman kedelai serta penerapan teknologi modern seperti irigasi yang efisien dan penggunaan mesin pertanian yang canggih juga dapat meningkatkan produktivitas tanaman kedelai.

Dampak dari peningkatan produktivitas kedelai terhadap kebutuhan pangan dan gizi manusia sangat signifikan. Dengan peningkatan produktivitas kedelai, ketersediaan sumber protein nabati yang tinggi akan meningkat, sehingga dapat mencukupi kebutuhan pangan protein manusia. Selain itu, kedelai juga merupakan sumber utama minyak nabati yang penting dalam industri makanan dan bahan baku untuk berbagai produk konsumen. Dengan demikian, peningkatan produktivitas kedelai akan berdampak positif terhadap ketersediaan pangan dan gizi manusia secara luas.

Dalam konteks global, peningkatan produktivitas kedelai juga dapat berkontribusi dalam mengurangi kelaparan dan kekurangan gizi di berbagai negara, terutama di wilayah-wilayah yang bergantung pada kedelai sebagai sumber pangan dan gizi utama. Oleh karena itu, upaya untuk meningkatkan produktivitas tanaman kedelai memiliki implikasi yang sangat penting dalam mencukupi kebutuhan pangan dan gizi manusia secara global.

### **C. Manfaat Biochar**

Biochar adalah arang yang dihasilkan dari bahan organik seperti limbah pertanian dan biomassa. Penggunaan biochar telah terbukti memiliki banyak manfaat di bidang pertanian, antara lain meningkatkan retensi air, meningkatkan kandungan bahan organik tanah, dan meningkatkan kapasitas pertukaran ion tanah (Agviolita et al., 2021; Saputri et al., 2020; Heryani et al., 2018; Widyantika & Prijono, 2019; Mayly, 2022; Puspita et al., 2021; Adetiya et al., 2017; Widowati et al., 2020; Maftu'ah & Nursyamsi, 2015). Penelitian Rahayu dkk. (2020) menunjukkan bahwa dosis biochar tempurung kelapa dapat mempengaruhi sifat kimia tanah dan produksi sawi pada tanah pantai berpasir. Selain itu, Safitri dkk. (2018) menemukan bahwa biochar dan kompos dapat memperbaiki sifat fisika tanah dan efisiensi penggunaan air. Lebih lanjut, Santi (2020) menyoroti penggunaan biochar cangkang kelapa sawit untuk meningkatkan serapan hara dan penyerapan karbon pada media tanah Lithic Hapludults untuk pembibitan kelapa sawit.

Penggunaan biochar juga dapat membantu dalam pengolahan limbah pertanian. Situmeang & Sudita (2021) menunjukkan bahwa kotoran hewan dapat dikonversi menjadi biochar melalui pembakaran tidak sempurna untuk menghasilkan biochar yang dapat digunakan untuk memperbaiki tanah pertanian yang miskin unsur hara. Selain itu, Widyantika & Prijono (2019) menunjukkan bahwa aplikasi biochar sekam padi dengan dosis yang lebih tinggi dari kontrol pada tanah Typic Kanhapludult dapat memperbaiki sifat fisik tanah dan pertumbuhan jagung.

Selain manfaat tersebut, biochar juga dapat digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Sebagai contoh, penelitian Adetiya dkk. (2017) menunjukkan bahwa pemberian biochar dan pupuk kimia dapat meningkatkan

pertumbuhan dan produksi tanaman cabai merah.

Dari berbagai penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa biochar memiliki potensi yang besar untuk meningkatkan kualitas tanah, pertumbuhan tanaman, dan pengelolaan limbah pertanian. Namun demikian, penelitian lebih lanjut masih diperlukan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai mekanisme biochar dan aplikasinya pada berbagai kondisi tanah.

#### **D. Manfaat Bokashi**

Bokashi adalah jenis pupuk organik yang dihasilkan dari fermentasi bahan-bahan organik seperti sampah dapur dan sisa-sisa pertanian. Bokashi mengandung mikroorganisme menguntungkan yang dapat meningkatkan kesehatan tanah dan meningkatkan serapan hara oleh tanaman (Andriani et al., 2021). Penggunaan bokashi sebagai pembenah tanah telah terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan kolonisasi akar oleh jamur mikoriza, yang mengarah pada peningkatan pertumbuhan tanaman (Sales et al., 2020). Selain itu, bokashi telah dilaporkan sebagai sumber nitrogen yang efektif dalam sistem pertanian berkelanjutan, yang berkontribusi terhadap kesuburan tanah dan hasil panen (Quiroz & Céspedes, 2019). Penelitian juga menunjukkan bahwa bokashi dapat meningkatkan kesuburan tanah, meningkatkan hasil panen, dan mendorong pertumbuhan tanaman (Lew et al., 2021).

Selain itu, bokashi telah terbukti menjadi pupuk organik yang hemat biaya dan ramah lingkungan yang dapat diproduksi sendiri oleh petani (Andriani et al., 2021). Bokashi dikenal karena kemampuannya untuk meningkatkan unsur hara tanah dan mendorong pertumbuhan tanaman obat seperti jahe dan kunyit (Ramlan, 2022). Penambahan bokashi ke dalam tanah telah terbukti dapat meningkatkan pH tanah

dan meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai (Andayani et al., 2023). Selain itu, bokashi telah terbukti memainkan peran penting dalam meningkatkan pertumbuhan dan nutrisi tanaman, menjadikannya pupuk organik yang berharga untuk tujuan pertanian (Phooi et al., 2022).

Dalam hal aplikasinya, bokashi telah digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan, hasil panen, dan kualitas tanaman seperti bawang merah dan jagung manis (Ansar et al., 2020; Usman et al., 2018). Bokashi juga telah terbukti meningkatkan produktivitas tanaman jagung hibrida dan tomat (Hata et al., 2021; Winarsih et al., 2022). Selain itu, bokashi juga terbukti meningkatkan hasil panen tomat sebesar 23-58% dibandingkan dengan pupuk mineral, yang mengindikasikan potensinya dalam meningkatkan produktivitas tanaman (Kambire et al., 2023).

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa bokashi adalah pupuk organik yang berharga yang dapat berkontribusi pada pertanian berkelanjutan dengan meningkatkan kesuburan tanah, mendorong pertumbuhan tanaman, dan meningkatkan hasil panen.

## **E. Meningkatkan Keberlanjutan Pertanian**

Penggunaan biochar dan bokashi dalam budidaya kedelai di tanah suboptimal basah dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi keberlanjutan pertanian, terutama dalam mengurangi penggunaan pupuk kimia dan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Biochar, bahan kaya karbon yang dihasilkan dari pirolisis biomassa tanaman dan hewan, telah diidentifikasi sebagai teknologi yang potensial untuk meningkatkan pengelolaan air yang berkelanjutan di bidang pertanian dengan meningkatkan kapasitas penyimpanan air di dalam tanah (Lyon et al., 2022). Selain itu, biochar telah terbukti dapat meningkatkan hasil panen

tanaman tropis dan berkontribusi secara substansial terhadap pertanian berkelanjutan (Jeffery et al., 2017; Nair et al., 2017). Selain itu, aplikasi biochar di tanah pertanian telah terbukti mengubah sifat fisik dan biogeokimia tanah, sehingga meningkatkan kualitas tanah di lahan pertanian dan lahan yang terkontaminasi (Trifunovic et al., 2018). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan biochar dapat meningkatkan kesuburan dan struktur tanah, yang sangat penting untuk keberhasilan budidaya kedelai di tanah basah suboptimal.

Selain biochar, penggunaan bokashi, sejenis pupuk organik yang dihasilkan dari fermentasi sampah organik, juga dapat berkontribusi pada keberlanjutan budidaya kedelai. Bokashi telah dikaitkan dengan potensi untuk meningkatkan kualitas tanah dan meningkatkan produksi tanaman selama beberapa musim tanam (Manickam et al., 2015). Hal ini mengindikasikan bahwa penerapan bokashi dalam budidaya kedelai dapat meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman secara berkelanjutan, yang sangat penting untuk keberhasilan praktik pertanian di tanah basah yang tidak optimal.

Selain itu, kombinasi penggunaan biochar dan bokashi berpotensi mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, sehingga meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan pertanian. Dengan meningkatkan kesuburan dan struktur tanah, biochar dan bokashi dapat membantu mengurangi kebutuhan pupuk sintetis, yang diketahui berkontribusi terhadap pencemaran dan degradasi lingkungan (Ayaz et al., 2021; Manickam et al., 2015). Hal ini menunjukkan bahwa integrasi biochar dan bokashi dalam budidaya kedelai dapat berkontribusi pada praktik pertanian yang lebih berkelanjutan dengan mendorong pengayaan tanah organik dan mengurangi penggunaan input kimia.

### Penelitian Terdahulu:

Penerapan biochar dan bokashi telah dipelajari secara ekstensif dalam berbagai konteks pertanian. Sales dkk. (2020) menunjukkan bahwa perbaikan tanah berpasir dengan biochar meningkatkan pertumbuhan tanaman dan kolonisasi akar oleh jamur mikoriza pada tanaman highbush blueberry, yang mengindikasikan potensi biochar dalam meningkatkan kualitas tanah dan produktivitas tanaman. Selain itu, Nurjanah dkk. (2022) menemukan bahwa aplikasi biochar tongkol jagung dan pengurangan dosis pupuk N, P, K secara signifikan meningkatkan pertumbuhan dan hasil kedelai di tanah regosol. Lebih lanjut, Situmeang dkk. (2018) menyoroti efektivitas biochar bambu yang dikombinasikan dengan kompos dan pupuk NPK dalam meningkatkan kualitas tanah dan hasil panen jagung, yang menunjukkan potensi amandemen berbasis biochar dalam meningkatkan produktivitas tanaman. Selain itu, studi oleh Liu dkk. (2022) menunjukkan bahwa biochar, yang dikombinasikan dengan pupuk anorganik dan organik, secara positif mempengaruhi sifat agronomi, penyerapan hara kedelai, dan kesuburan tanah ungu. Selain itu, Patriani (2022) menekankan dampak positif dari aplikasi bokashi pada pertanian organik, yang mengindikasikan potensinya dalam meningkatkan kesuburan tanah dan hasil panen.

Penelitian-penelitian ini secara kolektif menggarisbawahi potensi aplikasi biochar dan bokashi dalam meningkatkan kualitas tanah dan meningkatkan produktivitas kedelai dan tanaman lain dalam kondisi yang tidak optimal.

Secara keseluruhan, temuan penelitian ini mendukung gagasan bahwa aplikasi biochar dan bokashi memiliki potensi yang signifikan dalam meningkatkan kesuburan tanah, mendorong pertumbuhan tanaman, dan meningkatkan hasil

panen pada kondisi basah yang tidak optimal.

Dengan demikian, budidaya kedelai dengan aplikasi biochar dan bokashi di tanah suboptimal basah menjadi solusi yang menarik untuk meningkatkan produktivitas tanaman kedelai, meningkatkan kualitas tanah, dan mendukung pertanian yang lebih berkelanjutan dalam menghadapi kendala lahan suboptimal. Namun, diperlukan lebih banyak penelitian dan uji coba lapangan untuk mengembangkan teknik ini lebih lanjut dan menyesuaikannya dengan kondisi lokal yang berbeda.



## **BAB II**

### **TANAMAN KEDELAI**

Kedelai (*Glycine max*) adalah tanaman yang memiliki peran penting dalam pertanian dan pangan global. Selain sebagai sumber protein nabati yang berharga, kedelai juga memiliki manfaat bagi tanah dan lingkungan sekitarnya.

Kedelai juga memiliki peran yang sangat penting dalam berbagai aspek, seperti aspek ekonomi, dan aspek lingkungan. Dari segi ekonomi, produksi dan konsumsi kedelai memiliki pengaruh terhadap impor kedelai di Indonesia (Setyawan & Huda, 2022). Selain itu, kedelai juga menjadi komoditas unggulan pada sektor pertanian di beberapa wilayah di Indonesia (Vaulina & Khairizal, 2018). Kedelai juga memiliki peran dominan dalam serapan tenaga kerja dan pertumbuhan ekonomi di Indonesia (Dewi et al., 2022). Dari segi lingkungan, kedelai memiliki potensi sebagai sumber energi yang ramah lingkungan (Tasma, 2018).

Kedelai (*Glycine max*), yang berasal dari Asia Timur, telah menjadi salah satu tanaman utama dalam sistem pertanian modern di berbagai belahan dunia. Kedelai memiliki sejarah panjang dalam budidaya dan konsumsi manusia, dan telah memberikan kontribusi signifikan terhadap keberlanjutan pertanian. Asal-usul kedelai dapat ditelusuri kembali ke Asia Timur, khususnya wilayah Tiongkok, di mana tanaman ini telah dibudidayakan selama ribuan tahun. Seiring dengan penyebaran perdagangan dan eksplorasi, kedelai kemudian menyebar ke berbagai belahan dunia, termasuk Amerika Utara, Amerika Selatan, Eropa, dan Afrika. Penyebaran kedelai ini telah membawa dampak signifikan terhadap sistem pertanian di berbagai negara, dengan menjadi salah satu tanaman utama dalam produksi pangan dan pakan ternak.

Kedelai memiliki berbagai manfaat ekonomi bagi petani dan industri pertanian. Sebagai sumber protein nabati yang kaya, kedelai digunakan dalam berbagai produk pangan, pakan ternak, dan bahan baku industri. Produksi kedelai juga memberikan kontribusi besar terhadap perekonomian global, dengan nilai perdagangan yang signifikan di pasar komoditas internasional. Selain itu, kedelai juga memiliki peran penting dalam sistem pertanian berkelanjutan melalui kemampuannya dalam memperbaiki kondisi tanah melalui fiksasi nitrogen.

Fiksasi nitrogen adalah proses di mana tanaman, termasuk kedelai, mampu mengubah nitrogen di udara menjadi bentuk yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman lain. Kedelai memiliki hubungan simbiotik dengan bakteri *Rhizobium* yang hidup di akar tanamannya. Bakteri ini mampu mengubah nitrogen di udara menjadi amonia yang dapat diserap oleh tanaman kedelai. Proses ini memberikan manfaat ganda, yaitu meningkatkan ketersediaan nitrogen dalam tanah untuk tanaman lain, serta mengurangi ketergantungan pada pupuk nitrogen sintetis yang dapat merusak lingkungan.

Dengan demikian, kedelai memainkan peran penting dalam praktik pertanian berkelanjutan dengan memperbaiki kondisi tanah melalui fiksasi nitrogen. Hal ini tidak hanya mengurangi dampak negatif pertanian terhadap lingkungan, tetapi juga meningkatkan produktivitas tanaman secara keseluruhan. Sebagai komponen penting dalam rotasi tanaman dan sistem pertanian berkelanjutan, kedelai membantu mempertahankan kesuburan tanah dan mengurangi kebutuhan akan input eksternal seperti pupuk nitrogen sintetis.

## **A. Sejarah Kedelai : Asal Usul dan Peranannya dalam Pertanian**

Kedelai (*Glycine max*), telah memainkan peran penting dalam sejarah pertanian dan peradaban manusia. Sebagai salah satu komoditas pertanian terpenting di dunia saat ini, kedelai memiliki sejarah panjang dalam peradaban manusia. Dalam upaya mengatasi defisit produksi kedelai, pemerintah Indonesia telah mengupayakan berbagai program pengembangan kedelai (Kurnia & Nurahmah, 2021).

Asia Timur dan Cina umumnya dianggap sebagai negara asal tanaman kedelai. Awalnya, kedelai terutama digunakan sebagai pupuk hijau, membantu perbaikan tanah melalui fiksasi nitrogen. Seiring berjalannya waktu, pemahaman akan manfaat nutrisi kedelai sebagai sumber makanan berkembang (Tiwari et al., 2022). Bukti arkeologis, seperti biji kedelai hangus yang ditemukan di Jepang, Cina, dan Korea, mendukung hipotesis adanya beberapa domestikasi kedelai di Asia Timur (Tiwari et al., 2022).

Dalam konteks rotasi tanaman, kedelai memainkan peran penting karena kemampuannya dalam memfiksasi nitrogen melalui interaksi simbiosis dengan bakteri *Rhizobium*. Karakteristik unik ini menjadikan kedelai sebagai tanaman polongan yang ideal untuk sistem rotasi tanaman, yang berkontribusi pada peningkatan kesuburan tanah dan praktik pertanian berkelanjutan.

Perluasan budidaya kedelai secara global dapat dikaitkan dengan pengenalan kedelai ke Eropa oleh Spanyol dan Portugis pada abad ke-18. Selanjutnya, kedelai menyebar ke berbagai wilayah di seluruh dunia, termasuk Amerika Utara dan Selatan, di mana budidaya kedelai mengalami pertumbuhan dan adaptasi yang cepat.

Selama abad ke-20, kedelai muncul sebagai salah satu sumber protein nabati yang paling penting di dunia. Kedelai digunakan secara luas dalam berbagai produk makanan, seperti tahu, tempe, susu kedelai, dan berbagai makanan olahan, yang menyoroti peran penting kedelai dalam makanan dan nutrisi manusia.

Dalam lanskap pertanian modern, kedelai telah menjadi komoditas yang sangat penting dalam skala global, terutama dalam produksi pakan ternak dan industri makanan. Selain itu, kedelai juga digunakan sebagai bahan baku dalam produksi minyak nabati dan produk nonpangan seperti biodiesel, yang menegaskan kontribusinya yang beragam bagi berbagai industri.

Peran historis dan kontemporer kedelai yang luas di bidang pertanian dan nutrisi manusia menggarisbawahi kepentingannya yang tak lekang oleh waktu. Peningkatan produksi kedelai dan pengembangan berbagai produk berbahan dasar kedelai telah memainkan peran penting dalam menyediakan sumber makanan, bahan baku industri, dan menjaga kesuburan tanah serta sistem pertanian yang berkelanjutan.

## **B. Manfaat Kedelai : Nilai Gizi, Kegunaan Industri dan Pentingnya bagi Pangan Indonesia**

Kedelai (*Glycine max*) memiliki peran penting dalam bidang gizi, kesehatan, dan industri, khususnya di Indonesia. Ketersediaan kedelai yang tinggi di Indonesia berkontribusi pada peningkatan gizi melalui konsumsi kedelai dan produk olahan kedelai seperti tahu, tempe, kecap, dan tauco. Kedelai terkenal akan kandungan proteinnya yang tinggi dan nutrisinya yang lengkap, sehingga menjadikannya sumber makanan yang berharga (Sudaryanto et al., 2016; Afifah & Sudarminto, 2023). Kedelai biasanya digunakan dalam produksi tempe, makanan fermentasi tradisional Indonesia, dan telah diteliti potensinya

sebagai antioksidan (Banobe et al., 2019). Selain itu, kedelai juga telah diteliti potensinya untuk meningkatkan nilai gizi produk seperti susu kedelai hitam (Palupi & Rahmatika, 2022).

Selain itu, kedelai juga memiliki implikasi terhadap ekonomi pertanian, dengan penelitian yang menganalisis faktor-faktor seperti produksi, konsumsi, pendapatan, dan integrasi pasar (Carolina et al., 2016; Setyawan & Huda, 2022). Potensi untuk meningkatkan produksi kedelai melalui penelitian dan pengembangan, serta pemanfaatan sumber-sumber pertumbuhan, telah disoroti (Adnyana & Kariyasa, 2016). Namun, tantangan seperti perlunya budidaya yang efisien dan dampak kebijakan harga terhadap produksi juga telah dibahas (Kariyasa, 2016; Kurniati, 2015).

Dalam konteks kesehatan, kedelai telah diteliti untuk mengetahui potensi manfaatnya bagi kesehatan, termasuk perannya sebagai agen antiinflamasi alternatif dan dampaknya terhadap profil lipid pada diabetes (Husna et al., 2021; Nugraheni & Bintari, 2017). Selain itu, susu kedelai telah diteliti untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kadar HDL dan LDL pada wanita menopause (Pratiwi & Damayanty, 2020). Potensi kedelai dalam mengatasi malnutrisi, terutama pada anak-anak, juga telah dieksplorasi (Fatmawati et al., 2022).

Di sektor industri, kedelai digunakan dalam produksi berbagai produk seperti yogurt, dengan penelitian yang berfokus pada faktor-faktor seperti suhu dan waktu pemrosesan untuk produksi kecap manis (Putriningtyas & Budiono, 2022). Kelayakan dan kapasitas pabrik pengolahan kedelai juga telah dianalisis (Widyono & Hendrawati, 2023; Widodo & Santoso, 2020).

Secara keseluruhan, beragamnya penelitian tentang kedelai mencerminkan pentingnya kedelai dalam berbagai aspek di Indonesia, yang mencakup nutrisi, pertanian, kesehatan, dan industri.

Kedelai adalah salah satu sumber protein nabati paling kaya yang dapat ditemukan di alam. Nilai gizi kedelai yang tinggi menjadikannya komponen penting dalam diet manusia dan hewan. Berikut adalah beberapa aspek nilai gizi kedelai :

1. Kedelai mengandung protein dengan kualitas yang baik dan mencakup seluruh asam amino esensial, menjadikannya alternatif yang baik bagi vegetarian dan vegan.
2. Kedelai mengandung serat pangan yang bermanfaat untuk pencernaan dan kesehatan usus.
3. Kedelai mengandung asam lemak tak jenuh tunggal dan tak jenuh ganda yang baik untuk kesehatan jantung.
4. Kedelai adalah sumber isoflavon, senyawa alami yang dapat membantu mengurangi risiko penyakit jantung dan kanker.

Kedelai memiliki peran yang signifikan dalam industri, terutama di Indonesia. Kegunaan industri kedelai di Indonesia mencakup produksi minyak nabati, pakan ternak, dan biodiesel. Kedelai digunakan sebagai bahan baku utama dalam produksi minyak nabati, yang digunakan dalam berbagai produk makanan dan industri (Istiningrum et al., 2018). Selain itu, kedelai juga merupakan komponen penting dalam pembuatan pakan ternak, seperti pakan ayam, sapi, dan ikan (Kurniati, 2015). Penggunaan kedelai dalam produksi biodiesel juga memberikan alternatif yang lebih ramah lingkungan dalam industri bahan bakar (Anggraini, 2019).

Kedelai hitam, sebagai varietas kedelai, memiliki kandungan flavonoid dalam bentuk isoflavon dan antosianin yang nilainya lebih tinggi dari kedelai kuning sehingga aktivitas antioksidannya juga lebih tinggi (Murcitra et al., 2022). Selain itu,

kulit ari kedelai juga berpotensi untuk dikembangkan sebagai produk pangan yang berkualitas dan memiliki nilai ekonomis yang lebih baik karena memiliki kandungan serat dan protein (Palupi et al., 2022).

Pengolahan limbah pertanian menggunakan metode fermentasi perlu disosialisasikan kepada masyarakat untuk memanfaatkan limbah jagung dan kedelai untuk pakan ternak ruminansia (Susanti et al., 2022). Selain itu, pemanfaatan bahan pakan agro industri pertanian memiliki keunggulan dan kelemahan, di mana janggel jagung dan kulit kopi mengandung NDF tinggi dan protein kasar rendah (Hambakodu & Ina, 2019).

Dalam konteks pakan ternak, penelitian menunjukkan bahwa penambahan bungkil kedelai pada pakan dapat mempengaruhi pertambahan berat kelinci dan performa ayam kampung (Dharmawan et al., 2021; Mokoolang et al., 2023). Namun, jika tidak ada terobosan yang signifikan untuk memberi insentif bagi petani menanam kedelai, fenomena penurunan areal dan produksi kedelai akan terus berlangsung (Swastika, 2016).

Dalam industri biodiesel, penelitian telah dilakukan untuk menganalisis komposisi biodiesel hasil konversi minyak biji carica menggunakan enzim lipase (Istiningrum et al., 2018). Selain itu, karakteristik kimia konjugat isolat protein kedelai-laktosa juga telah diteliti untuk menurunkan alergenitas (Asyhari et al., 2018). Reaksi esterifikasi dan transesterifikasi telah menjadi fokus penelitian dalam mengoptimalkan produksi biodiesel dari kedelai (Anggraini, 2019; Prasongko et al., 2019; Kharis et al., 2019).

Dari segi ekonomi, dinamika perubahan harga padi, jagung, dan kedelai serta implikasinya terhadap pendapatan usaha tani menjadi perhatian dalam menjaga kestabilan ekonomi petani (Aldillah, 2019). Papua juga memiliki potensi yang tinggi untuk pengembangan kedelai (Garuda et al., 2017). Faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan kedelai pada industri tahu dan faktor

yang mempengaruhi keuntungan pengrajin tahu dihitung dengan menggunakan analisis regresi linear berganda (Styawan et al., 2016).

Dari berbagai penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa kedelai memiliki peran yang sangat penting dalam industri, terutama dalam produksi minyak nabati, pakan ternak, dan biodiesel. Namun, tantangan seperti penurunan produksi kedelai dan fluktuasi harga pangan perlu menjadi perhatian dalam menjaga keberlanjutan industri kedelai di Indonesia.

### **C. Pentingnya Kedelai bagi Pangan di Indonesia**

Untuk mengeksplorasi penggunaan industri kedelai di Indonesia secara komprehensif, terutama berfokus pada perannya dalam produksi minyak nabati dan pakan ternak sangat penting untuk mempertimbangkan berbagai aspek pemanfaatan kedelai. Kedelai (*Glycine max* L.) merupakan sumber protein dan minyak nabati yang sangat penting secara global (Ruminta et al., 2020). Penggunaan kedelai yang serbaguna di berbagai industri, termasuk produksi minyak nabati dan pakan ternak, menggarisbawahi signifikansinya di sektor industri Indonesia. Meningkatnya permintaan kedelai sejalan dengan pesatnya pertumbuhan industri pakan ternak, di mana bungkil kedelai menjadi komponen utama karena kandungan proteinnya yang tinggi (Sudaryanto et al., 2016). Selain itu, kedelai memiliki peran strategis dalam komoditas pangan setelah padi dan jagung (Rahmat et al., 2018).

Dalam konteks produksi minyak nabati, kedelai merupakan sumber utama minyak nabati yang sangat penting untuk berbagai keperluan industri dan kuliner. Analisis dampak perubahan iklim terhadap produksi kedelai dan opsi adaptasi strategis di daerah tadah hujan memberikan wawasan tentang tantangan dan peluang untuk mempertahankan produksi kedelai di Indonesia (Ruminta et al., 2020). Selain itu, karakterisasi varietas kedelai



untuk identifikasi bahan baku obat tradisional Indonesia menyoroti kandungan nutrisi dan obat dari kedelai, yang mengindikasikan peran potensial kedelai dalam meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan (Wiradjaja & Yunita, 2021). Di Indonesia, minyak kedelai merupakan bahan penting dalam industri makanan, yang digunakan untuk minyak goreng, margarin, mentega, dan berbagai produk makanan olahan. Ketergantungan yang signifikan terhadap minyak kedelai di Indonesia menggarisbawahi pentingnya kedelai di sektor industri.

Di bidang pakan ternak, kedelai merupakan komponen yang berharga karena kandungan proteinnya yang tinggi. Kedelai merupakan komponen penting dalam produksi pakan ternak, yang berkontribusi pada formulasi pakan untuk unggas, sapi, dan ikan. Kandungan protein yang tinggi pada kedelai menjadikannya bahan yang berharga dalam pakan ternak, menyediakan asam amino esensial yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan hewan. Penelitian tentang pemanfaatan bungkil kedelai fermentasi dalam pakan burung puyuh menggarisbawahi penggunaan kedelai yang beragam dalam nutrisi hewan (Sarifa et al., 2023). Selain itu, potensi kedelai sebagai sumber energi alternatif untuk pakan unggas, terutama dalam menggantikan jagung, mencerminkan keserbagunaan kedelai dalam nutrisi hewan (Edi, 2021). Di Indonesia, permintaan bungkil kedelai, produk sampingan dari ekstraksi minyak kedelai yang digunakan untuk pakan ternak, cukup besar karena industri peternakan dan akuakultur yang berkembang pesat di Indonesia. Penggunaan bungkil kedelai dalam formulasi pakan ternak dapat meningkatkan kualitas nutrisi dan performa ternak dan ikan secara keseluruhan, sehingga berkontribusi terhadap pertumbuhan dan keberlanjutan sektor peternakan.

## **D. Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai**

### **D. 1. Iklim**

Kedelai dapat tumbuh subur di daerah beriklim subtropis hingga tropis, membutuhkan durasi musim panas yang cukup dan sinar matahari yang cukup untuk pertumbuhan yang optimal (Fan et al., 2018; Ferrante & Mariani, 2018). Suhu ideal untuk budidaya kedelai berkisar antara 20°C hingga 30°C, dengan suhu di bawah 10°C atau di atas 40°C dapat menghambat pertumbuhannya (Fan et al., 2018; Alsajri et al., 2019). Selain itu, kedelai membutuhkan setidaknya 6-8 jam sinar matahari per hari untuk pertumbuhan yang baik (Fan et al., 2018; Wijewardana et al., 2019).

Selain itu, telah diamati bahwa cekaman kekeringan berdampak negatif terhadap pertumbuhan dan hasil panen kedelai (Imran et al., 2021; Wang et al., 2020; Wijewardana et al., 2019). Penelitian telah menunjukkan bahwa cekaman kekeringan menyebabkan penurunan aktivitas fotosintesis, peningkatan kerusakan oksidatif, dan penurunan perkecambahan benih dan vigor bibit pada kedelai (Imran et al., 2021; Wijewardana et al., 2019). Selain itu, intensitas kekeringan selama musim tanam telah dilaporkan berdampak buruk pada produksi kedelai (Wang et al., 2020). Selain itu, telah ditemukan bahwa cekaman kekeringan dapat memiliki efek transgenerasi pada perkecambahan benih kedelai dan vigor bibit (Wijewardana et al., 2019).

Fluktuasi suhu juga secara signifikan memengaruhi pertumbuhan dan hasil panen kedelai. Suhu tinggi telah dikaitkan dengan gangguan metabolisme dan peningkatan laju fotorespirasi, yang menyebabkan penurunan kadar asam organik pada daun kedelai (Sicher, 2015). Selain itu, peningkatan suhu dan konsentrasi CO<sub>2</sub> telah terbukti memengaruhi komponen hasil panen kedelai dan alokasi bahan kering (Pereira-Flores et al., 2016). Juga telah diamati bahwa pemanasan global

memengaruhi intensitas serangan hama seperti *Bemisia tabbaci*, yang dapat berdampak pada budidaya kedelai (Agastya et al., 2020).

## **D. 2. Tanah**

Berdasarkan referensi yang ada, terlihat bahwa kesesuaian tanah untuk budidaya kedelai dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pH, drainase, dan tekstur tanah. pH yang ideal untuk budidaya kedelai adalah netral hingga sedikit asam, berkisar antara pH 6 hingga 7 (Zakaria et al., 2016). Selain itu, drainase tanah juga harus baik untuk mencegah genangan air yang dapat merusak akar kedelai (Nuraini et al., 2021). Selain itu, kedelai tumbuh subur di tanah berpasir halus atau tanah berpasir lempung yang subur (Marwanto et al., 2021). Jenis tanah ini menyediakan aerasi dan retensi hara yang diperlukan untuk pertumbuhan kedelai yang optimal.

Dalam hal pembenahan tanah, penggunaan biochar dan pupuk organik telah terbukti bermanfaat untuk meningkatkan kualitas tanah dan meningkatkan produktivitas kedelai (Marwanto et al., 2021). Penggunaan bahan pembenah tanah, seperti biochar, telah disoroti sebagai strategi untuk meningkatkan kesuburan tanah dan hasil panen (S et al., 2021). Selain itu, penambahan bahan organik, seperti pupuk kandang, dapat memperbaiki sifat fisik tanah dan meningkatkan efektivitas inokulasi *Rhizobium*, sehingga mendorong aerasi akar dan nodulasi yang lebih baik pada kedelai (Nuraini et al., 2021).

Penting juga untuk mempertimbangkan sifat kompetitif dari budidaya kedelai dan aspek ekonomi yang terkait dengannya. Terdapat kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi tanaman kedelai melalui peningkatan produktivitas, termasuk penggunaan benih berkualitas dan pemupukan berimbang (Siregar & Sumaryanto, 2016). Selain itu, implikasi ekonomi dan permintaan pasar terhadap kedelai memainkan peran penting

dalam membentuk pola produksi dan konsumsi, serta prospek pencapaian swasembada kedelai (Swastika, 2016).

### **D. 3. Air**

Kedelai merupakan tanaman yang membutuhkan air yang cukup untuk pertumbuhannya dan tidak tahan terhadap kekeringan yang berkepanjangan. Dalam kondisi cuaca kering, penyiraman tambahan mungkin diperlukan, terutama selama masa berbunga dan pembentukan polong (Aminah et al., 2021). Penelitian oleh Gebre & Earl (2021) menunjukkan bahwa perlakuan tertentu dapat meningkatkan rasio berat kering akar terhadap berat kering tunas, indeks panen, dan efisiensi penggunaan air (Gebre & Earl, 2021). Selain itu, penelitian lain menunjukkan bahwa genotipe kedelai tertentu telah diidentifikasi memiliki kinerja yang lebih baik dalam hal parameter biokimia dan aktivitas enzim antioksidan, yang dapat digunakan untuk program perbaikan tanaman untuk membiakkan varietas tahan kekeringan (Sharma et al., 2021).

Studi tentang kedalaman meja air tanah juga mempengaruhi penggunaan air, pertumbuhan, dan parameter hasil kedelai (Fidantemiz et al., 2019). Dalam kondisi kekeringan, kultivar tertentu seperti BRS 7280RR menunjukkan toleransi yang lebih tinggi terhadap kekeringan dan efisiensi penggunaan air yang lebih tinggi dibandingkan dengan kultivar lain (Tavares et al., 2022). Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa adaptasi kedelai terhadap kondisi kekeringan masih terbatas, meskipun dalam kebanyakan kasus, secara statistik signifikan (Yu et al., 2021).

Penggunaan air juga dapat dipengaruhi oleh praktik pertanian seperti fertigasi dan intercropping. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan tertentu dalam fertigasi dapat meningkatkan hasil tanaman kedelai (Hyuk et al., 2023). Selain itu, intercropping kedelai dengan tanaman lain seperti jagung

dapat memungkinkan intensifikasi pertanian yang berkelanjutan (Werf et al., 2020).

Dalam konteks manajemen air, irigasi berperan penting. Penjadwalan irigasi berdasarkan tingkat air tanaman dapat mempengaruhi produktivitas kedelai (Sharda et al., 2019). Selain itu, penggunaan benziladenin juga telah diteliti untuk mengkompensasi pengurangan produktivitas kedelai akibat pasokan air yang rendah (Saady et al., 2021).

Dalam hal genetika, penelitian menunjukkan bahwa variasi genetik mempengaruhi respons kedelai terhadap stres kekeringan (Gebre et al., 2022). Hal ini menunjukkan bahwa manipulasi genetik dapat digunakan untuk membiakkan varietas kedelai yang tahan kekeringan (Molinari et al., 2022).

Dalam praktik pertanian, praktik pengolahan tanah juga dapat mempengaruhi rezim air tanah dan pertumbuhan akar kedelai (Bozóki et al., 2022). Selain itu, penggunaan teknologi drip-irigasi juga telah dievaluasi dalam hal produktivitas air tanaman kedelai (Adeboye et al., 2015).

Dalam konteks global, perubahan iklim juga dapat mempengaruhi kebutuhan air kedelai. Penelitian menunjukkan bahwa kondisi iklim yang berubah dapat mempengaruhi persediaan air dan kebutuhan air kedelai di masa depan (Li et al., 2022).

Berdasarkan hasil penelitian yang disebutkan di atas, dapat disimpulkan bahwa pengelolaan air yang efektif sangat penting untuk pertumbuhan dan hasil kedelai. Berbagai faktor seperti genetika, praktik pertanian, dan perubahan iklim dapat mempengaruhi kebutuhan air dan toleransi terhadap kekeringan pada tanaman kedelai.

#### **D. 4. Rotasi Tanaman**

Penting untuk mengikuti rotasi tanaman yang baik untuk menghindari masalah hama dan penyakit yang berkembang dalam tanah yang sama. Tidak disarankan menanam kedelai secara berurutan di tanah yang sama tahun demi tahun. Menurut penelitian oleh , rotasi tanaman merupakan praktik berkelanjutan untuk pengelolaan penyakit tanaman (Shimada et al., 2021). Penelitian ini menunjukkan bahwa untuk menjaga produksi pertanian yang berkelanjutan, pengelolaan penyakit tanaman sangat diperlukan. Selain itu, menurut , sistem penanaman sangat memengaruhi produktivitas dan ketahanan ekosistem pertanian (He et al., 2021). Oleh karena itu, rotasi tanaman yang baik dapat membantu dalam menghindari masalah hama dan penyakit yang berkembang dalam tanah yang sama.

#### **D. 5. Pemupukan**

Untuk memastikan pertumbuhan kedelai yang optimal, sangat penting untuk menyediakan nutrisi yang diperlukan seperti nitrogen, fosfor, dan kalium melalui pemupukan yang tepat (Rochman et al., 2021). Selain itu, inokulasi benih kedelai dengan bakteri *Rhizobium* dapat secara signifikan meningkatkan fiksasi nitrogen, sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman dan serapan hara (Yusran et al., 2022). Hubungan simbiosis antara kedelai dan bakteri *Rhizobium* ini memfasilitasi fiksasi nitrogen atmosfer, menyediakan nitrogen esensial untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Santi et al., 2019). Selain itu, penerapan biochar dan vermikompos telah terbukti dapat meningkatkan nutrisi tanah dan memasok nutrisi penting untuk pertumbuhan kedelai (Timotiwu et al., 2022). Penting untuk dicatat bahwa ketersediaan unsur hara di dalam tanah secara signifikan memengaruhi hasil panen kedelai, sehingga menekankan pentingnya pengelolaan unsur hara.

Dalam hal kualitas benih, pengujian viabilitas dan vigor sangat penting untuk menilai kualitas benih kedelai dan menentukan kesesuaiannya untuk ditanam (Ramdan et al., 2022). Selain itu, kondisi penyimpanan benih kedelai, termasuk suhu dan kelembapan, dapat memengaruhi perkecambahan benih dan infeksi patogen (Nurchayanti et al., 2021). Selain itu, penggunaan jamur endofit dan bakteri *Rhizobium* telah dieksplorasi untuk mengendalikan penyakit kedelai dan meningkatkan pertumbuhan tanaman (Prakoso & Kurniasih, 2020). Selain itu, induksi benih kedelai dengan bahan seperti natrium klorida dan etanol dapat memengaruhi pertumbuhan dan hasil panen di bawah cekaman salinitas (Putri et al., 2021).

#### **D. 6. Perawatan:**

Untuk mendukung identifikasi hama dan penyakit pada tanaman kedelai dan penerapan tindakan pengendalian yang tepat, penting untuk mempertimbangkan berbagai faktor seperti varietas tanaman, pengelolaan hama, dan prediksi penyakit. Penelitian oleh Aryati & Ulina (2023) mengeksplorasi pengaruh varietas kedelai dan pengelolaan hama terhadap produksi berkelanjutan, menekankan pentingnya pengelolaan hama dan biologi yang terintegrasi dalam memastikan pertumbuhan kedelai yang sehat. Selain itu, penelitian oleh Lay dkk. (2023) mengevaluasi prediksi kebakaran hutan kedelai melalui pencitraan hiperspektral, yang menyoroti pentingnya deteksi dini untuk meminimalkan kerugian akibat penyakit. Selain itu, penelitian oleh Suzana dkk. (2017) menyelidiki potensi diamida antranilik untuk mengendalikan ulat *Helicoverpa armigera* pada kedelai, yang menekankan perlunya tindakan pengendalian hama yang efektif.

Selain pengendalian hama, sangat penting untuk mempertimbangkan dampak penyakit pada tanaman kedelai. Penelitian oleh Lu dkk. (2015) berfokus pada diagnosis cepat

penyakit busuk akar *Fusarium* pada kedelai, yang menunjukkan pentingnya identifikasi penyakit yang akurat untuk strategi pengendalian yang tepat sasaran. Selain itu, penelitian oleh Zanzarin dkk. (2020) menggunakan metabolomik untuk menganalisis penyakit batang hijau dan retensi daun kedelai (GSFR), yang menekankan pentingnya memahami perbedaan molekuler pada akar kedelai yang sakit untuk pengelolaan penyakit yang efektif.

Selain itu, penelitian Helfenstein dkk. (2015) menyoroti dampak defisiensi seng terhadap kerentanan kedelai terhadap patogen dan hama, serta menekankan pentingnya nutrisi tanaman yang memadai untuk pengelolaan penyakit dan hama.

Dalam konteks pengendalian hama, studi oleh Horikoshi dkk. (2021) menilai kemanjuran kedelai *Cry1Ac* untuk pengendalian hama, yang menekankan potensi manfaatnya sekaligus mengakui adanya risiko pergeseran hama atau evolusi resistensi. Selain itu, penelitian oleh Neupane & Nepal (2019) berfokus pada komponen resistensi dan interaksi *Aphis glycines* dan *Heterodera glycines* pada kedelai, yang berkontribusi pada pemahaman faktor genetik yang membatasi hama ini pada tanaman kedelai.

Singkatnya, pertimbangan yang komprehensif antara varietas kedelai, pengelolaan hama, prediksi penyakit, dan respons fisiologis sangat penting untuk mendukung pertumbuhan kedelai yang sehat dan pengelolaan hama dan penyakit yang efektif..



## **BAB III**

### **BUDIDAYA TANAMAN KEDELAI DI POLIBAG**

#### **A. Persiapan Media di Polibag**

Untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan kualitas pertanian, pemilihan media dalam polibag sangat penting dalam pertanian modern. Penggunaan media yang tepat dapat membantu petani mengatasi tantangan seperti perubahan iklim, pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan, dan permintaan pasar yang terus berkembang (Artha et al., 2022). Modernisasi pertanian melalui penerapan teknologi mekanisasi dan pertanian cerdas sangatlah penting (Anwarudin et al., 2020). Penggunaan polibag dalam modifikasi media tanam telah terbukti dapat meningkatkan kualitas pertanian sayuran perkotaan (Mindari et al., 2020).

Ada beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan dalam melakukan persiapan media di Polybag:

#### **1. Menghadapi Perubahan Iklim:**

Perubahan iklim memiliki dampak yang signifikan terhadap pertanian. Penggunaan polibag dalam mengendalikan lingkungan pertumbuhan tanaman, seperti suhu dan kelembaban, dapat membantu adaptasi tanaman yang lebih baik terhadap perubahan iklim. Beberapa penelitian telah menyoroti pentingnya praktik pertanian berkelanjutan, dukungan pemerintah, diseminasi inovasi pertanian, dan pemanfaatan mikroorganisme dalam mendukung pertanian berkelanjutan dalam menghadapi tantangan pertanian modern ("Prospek Pemanfaatan Mikroorganisme *Streptomyces* sp. dan *Trichoderma* sp. dalam Mendukung Pertanian Berkelanjutan di Era Pertanian Modern", 2021; Purwantini & Sunarsih, 2020; Syakir & Surmaini, 2017; Sarvina, 2019). Jelas bahwa perubahan iklim memengaruhi berbagai aspek pertanian, termasuk ketahanan pangan, emisi

gas rumah kaca, dan adaptasi tanaman hortikultura (Harini et al., 2022; Mustikaningrum et al., 2021; Hilman et al., 2019; Yuliantoro & Wahyuni, 2019; Pramono & Sadmaka, 2018).

Selain itu, penggunaan pupuk organik, pengelolaan lahan berbasis masyarakat, dan identifikasi penggunaan lahan pertanian yang sesuai telah dieksplorasi sebagai strategi untuk memitigasi dampak perubahan iklim terhadap pertanian (Indris et al., 2019; Adi, 2017; Lusiana et al., 2017).

Penelitian-penelitian ini secara kolektif menekankan perlunya praktik pertanian berkelanjutan, dukungan pemerintah, dan adaptasi petani untuk mengatasi tantangan yang ditimbulkan oleh perubahan iklim di sektor pertanian.

## **2. Optimalisasi Ruang:**

Pertanian perkotaan telah mendapatkan perhatian sebagai cara untuk memaksimalkan penggunaan lahan yang terbatas, terutama di daerah perkotaan, dan meningkatkan produksi pangan. Salah satu metode yang digunakan dalam pertanian perkotaan adalah pemanfaatan polibag, yang memungkinkan pemanfaatan ruang yang efisien dan peningkatan produktivitas ("undefined", 2022). Metode ini telah diterapkan di berbagai tempat, termasuk ruang hijau kota, atap rumah, dan kebun masyarakat, untuk mengatasi ketahanan pangan dan mendorong pertanian berkelanjutan (Septya et al., 2022; Handriatni & Sajuri, 2021; Barokah et al., 2021).

Penggunaan polibag sebagai media tanam, yang sering kali dikombinasikan dengan irigasi tetes, telah terbukti dapat meningkatkan jumlah titik tanam dan berkontribusi pada ketahanan pangan rumah tangga (Kurniawan et al., 2022; Almaghani et al., 2022).

Selain aplikasi praktisnya, pertanian perkotaan, termasuk penggunaan polibag, telah diakui memiliki potensi

manfaat sosial dan ekonomi. Pertanian perkotaan telah diidentifikasi sebagai strategi untuk memberdayakan masyarakat, meningkatkan kemandirian pangan, dan menghasilkan pendapatan tambahan bagi rumah tangga (Almagthani et al., 2022; Barokah et al., 2021; Sarjan et al., 2022). Namun, terlepas dari potensinya, ada beberapa tantangan yang terkait dengan pertanian perkotaan, terutama dalam konteks ketersediaan lahan yang terbatas dan kebutuhan akan praktik-praktik berkelanjutan. Tantangan ini termasuk kebutuhan akan model penanaman khusus, media tanam yang subur, dan pengetahuan tentang teknik perawatan tanaman (Fawwaz et al., 2022).

Selain itu, akses terhadap lahan pertanian perkotaan dan komodifikasi ruang pedesaan di daerah pinggiran kota telah diidentifikasi sebagai faktor yang mempengaruhi pengembangan dan restrukturisasi inisiatif pertanian perkotaan (Wahab et al., 2018). Integrasi pertanian perkotaan ke dalam pembangunan infrastruktur kota telah diakui sebagai solusi potensial untuk menjawab kebutuhan produksi pangan yang terus meningkat di wilayah perkotaan (Popoola et al., 2022) dan isinya termasuk manusia selalu berubah.

### **3. Perlindungan Tanaman:**

Penggunaan polibag di bidang pertanian telah banyak diteliti. Polibag telah terbukti memberikan keuntungan seperti melindungi tanaman dari kondisi cuaca ekstrem, hama, dan penyakit, sehingga mengurangi kehilangan hasil panen dan meminimalisir penggunaan pestisida (Rini et al., 2022; Darwis et al., 2023; Khurram et al., 2017). Sebagai contoh, polibag telah digunakan untuk menanam bibit kelapa sawit, dan ditemukan bahwa aplikasi jamur mikoriza arbuskular mengurangi dosis pupuk majemuk yang diperlukan untuk kelapa sawit di pembibitan (Darwis et al., 2023). Selain itu,

sifat fisik dan mekanik pot biodegradable yang berasal dari tandan kosong kelapa sawit dan natrium alginat telah diteliti sebagai upaya untuk mengatasi masalah limbah agroplastik, termasuk polibag (Khurram et al., 2017). Selain itu, penggunaan polibag plastik dapat menyebabkan akar melingkar dan pertumbuhan akar tunggang yang tidak tepat, yang dapat menyebabkan penurunan toleransi tanaman terhadap kondisi stres dan peningkatan kerentanan terhadap serangan patogen.

Penting untuk dicatat bahwa penggunaan polibag di bidang pertanian juga memiliki dampak terhadap lingkungan. Sebagai contoh, penggunaan polibag plastik berkontribusi terhadap limbah agroplastik, yang menjadi perhatian dalam praktik pertanian berkelanjutan (Khurram et al., 2017). Namun, bahan alternatif untuk wadah pembibitan, seperti botol minuman plastik, telah dieksplorasi sebagai solusi potensial untuk mengurangi dampak lingkungan dari polibag.

#### **4. Konservasi Sumber Daya:**

Penggunaan polibag di bidang pertanian dapat berkontribusi pada konservasi air dan nutrisi, sehingga mendukung praktik pertanian yang lebih berkelanjutan. Referensi tersebut memberikan wawasan tentang berbagai aspek pertanian berkelanjutan, termasuk penggunaan pertanian organik, pembibitan tanaman berkelanjutan dengan polibag, campuran biochar-kompos, penggabungan hidrogel, dan dampak praktik pertanian yang berbeda terhadap konservasi air dan nutrisi.

Crowder & Reganold (2015) menyoroti daya saing keuangan pertanian organik dalam skala global, menunjukkan bahwa pertanian organik secara signifikan lebih menguntungkan dan memiliki rasio manfaat/biaya yang lebih tinggi daripada pertanian konvensional. Hal ini menunjukkan

bahwa adopsi pertanian organik, yang berpotensi difasilitasi oleh penggunaan polibag, dapat mengarah pada praktik pertanian yang lebih berkelanjutan.

Elwin dkk. (2022) menekankan dampak lingkungan dari polibag tanaman plastik dan minat baru dalam pertanian berkelanjutan untuk memastikan kesejahteraan lingkungan dan pertumbuhan tanaman. Hal ini menggarisbawahi pentingnya mengeksplorasi bahan alternatif untuk polibag dan mengoptimalkan penggunaannya untuk meminimalkan dampak lingkungan.

Radin dkk. (2017) membahas penggunaan campuran biochar-kompos sebagai amandemen untuk meningkatkan media tanam dan bibit dalam polibag, yang mengindikasikan potensi untuk meningkatkan keberlanjutan budidaya berbasis polibag melalui amandemen tanah yang inovatif.

Hafiz-Afham dkk. (2023) mempresentasikan penelitian tentang dampak pertumbuhan tanaman *Capsicum annuum* di media yang mengandung hidrogel, yang menunjukkan potensi teknik inovatif, seperti memasukkan hidrogel ke dalam polibag, untuk mengoptimalkan penggunaan air dan unsur hara dalam budidaya berbasis polibag.

Gruda (2019) membahas peningkatan keberlanjutan konstituen media tanam dan substrat yang berdiri sendiri dalam sistem budidaya tanpa tanah, menjelaskan konteks yang lebih luas dari praktik pertanian berkelanjutan dan peran potensial polibag dalam sistem tersebut.

Nanda & Khozin (2022) menyoroti pentingnya pemenuhan unsur hara makro dan mikro untuk perkembangan akar yang optimal dalam sistem hidroponik, menekankan pentingnya optimalisasi nutrisi dalam budidaya tanpa tanah, yang relevan dengan pertanian berbasis polibag.

Secara keseluruhan, referensi-referensi ini secara kolektif mendukung gagasan bahwa polibag memang dapat membantu menghemat air dan nutrisi dalam pertanian, sehingga berkontribusi pada praktik pertanian yang lebih berkelanjutan. Wawasan yang diberikan oleh referensi ini menggarisbawahi potensi budidaya berbasis polibag untuk memainkan peran penting dalam memajukan pertanian berkelanjutan.

## **5. Kemudahan Perawatan:**

Polibag telah banyak digunakan di bidang pertanian, terutama dalam pemeliharaan pembibitan kelapa sawit. Penelitian ini menyoroti pentingnya pemupukan dalam pemeliharaan kelapa sawit, terutama pada pembibitan awal dan utama, karena keterbatasan unsur hara di dalam tanah ketika tanaman ditanam di dalam polibag (Ariyanti dkk., 2019). Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan penggunaan polibag dalam melakukan percobaan terkait morfologi bibit kelapa sawit di bawah cekaman kekeringan, di mana berbagai tingkat kapasitas lapangan dan perlakuan yang berbeda diterapkan pada polibag yang berisi bibit (Guntur, 2023). Lebih lanjut, dibahas pula tantangan yang dihadapi dalam urban farming, termasuk kesulitan dalam menciptakan media tanam yang subur dan memindahkan tanaman dari kotak pembibitan ke pot atau polibag (Fawwaz et al., 2022). Hal ini mengindikasikan meluasnya penggunaan polibag dalam berbagai kegiatan pertanian, termasuk pertanian perkotaan.

Penggunaan polibag juga telah dikaitkan dengan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Adanya peningkatan kepadatan fauna aktif permukaan tanah, yang bermanfaat bagi kesuburan tanah dan hasil panen, ketika melakukan restorasi lahan di dalam polibag (Shukla et al., 2016). Selain itu, dilakukan penelitian tentang pertumbuhan

dan produktivitas selada, di mana perlakuan yang berbeda menggunakan pupuk kandang dan pupuk kimia dalam polibag dibandingkan. Penelitian tersebut menemukan bahwa perlakuan menggunakan NPK sebagai pupuk kimia dengan dosis tertentu per polibag menghasilkan produktivitas yang optimal untuk pertumbuhan selada (Naditania et al., 2022).

## **6. Diversifikasi Tanaman:**

Polybag memungkinkan petani untuk mengembangkan berbagai jenis tanaman yang berbeda di lokasi yang sama, meningkatkan keragaman hasil panen dan peluang pasar. Hal ini sejalan dengan penelitian Elwin et al. (2022) yang menyoroti penggunaan limbah lignoselulosa sebagai sumber daya potensial untuk produksi polybag tanaman yang berkelanjutan. Selain itu, penelitian Almagthani et al. (2022) menunjukkan bahwa pertanian perkotaan telah mengadopsi kemajuan teknologi dalam pertanian, yang dapat meningkatkan keragaman hasil panen dan peluang pasar. Dengan demikian, polybag dapat menjadi alat yang efektif dalam pemberdayaan petani untuk menghasilkan berbagai jenis tanaman dalam skala mikro, sebagaimana yang ditunjukkan oleh Turmuktini et al. (2020) dalam penelitiannya tentang pemberdayaan kelompok tani untuk mitigasi pertanian skala mikro.

## **7. Kualitas Produk:**

Penggunaan polibag dalam penanaman telah dipelajari secara luas dan terbukti memiliki dampak positif pada pertumbuhan dan kualitas berbagai tanaman. Kondisi pertumbuhan yang terkendali yang disediakan oleh polibag telah terbukti dapat meningkatkan kualitas tanaman, menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik, produktivitas yang lebih tinggi, dan penyerapan nutrisi yang lebih baik.

Beberapa penelitian telah menyelidiki penggunaan bahan dan senyawa organik yang berbeda dalam polibag untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman. Sebagai contoh, penerapan pot biodegradable (biopot) sebagai pengganti polibag plastik telah dieksplorasi, menyoroiti pot ini sebagai media tanam yang ramah lingkungan (Pepadu et al., 2023). Selain itu, pemanfaatan limbah organik seperti tandan kosong kelapa sawit dan serat dalam produksi polibag organik telah dipelajari, yang menekankan pentingnya praktik penanaman yang berkelanjutan dan ramah lingkungan (Karvinaldi et al., 2022). Selain itu, penggunaan bahan organik tertentu, seperti limbah rumah tangga dan air kelapa, telah terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, terutama dalam budidaya cabai merah (Nuraida et al., 2022).

Pertumbuhan spesies tanaman tertentu, seperti vanili dan tebu, telah diselidiki di dalam polibag, yang menunjukkan potensi manfaat metode penanaman ini dalam meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman tersebut (Jamaludin & Ranchiano, 2021; Hadiyanti et al., 2023). Selain itu, inokulasi jamur yang menguntungkan, seperti *Glomus mosseae*, dalam polibag telah dipelajari dan menunjukkan efek positif pada pertumbuhan dan aktivitas antioksidan *Artemisia cina* (Kurniasari et al., 2021). Selain itu, budidaya berbagai tanaman, termasuk jahe, kentang, dan kangkung, dalam polibag telah dieksplorasi, menyoroiti keserbagunaan penanaman dalam polibag untuk berbagai spesies tanaman (Pujiasmanto et al., 2021; Hidayah et al., 2017; Rahmawati et al., 2021). Penggunaan polibag dalam produksi bibit kehutanan juga telah ditekankan, yang mengindikasikan penggunaannya yang meluas di sektor pertanian (Budi & Jayani, 2020).



Selain bahan yang digunakan dalam polibag, dampak dari berbagai pupuk dan senyawa organik terhadap pertumbuhan tanaman dalam polibag telah banyak diteliti. Penggunaan pupuk bokashi, biochar, dan pupuk fosfat telah terbukti secara signifikan memengaruhi pertumbuhan dan serapan hara berbagai tanaman, termasuk pakcoy, okra, dan kakao (Setiawan et al., 2021; Anggraini & Nurliana, 2018; Hasibuan et al., 2022). Selain itu, penggunaan pupuk organik, seperti kotoran burung dan kompos, telah diteliti dan menunjukkan dampak positifnya terhadap pertumbuhan tanaman dan kualitas tanah (Laksono & Ibrahim, 2020; Wahyudi, 2021). Kombinasi media organik dan konsentrasi hara juga telah dipelajari, menekankan pentingnya mengoptimalkan kondisi penanaman untuk produktivitas tanaman (Bariyyah et al., 2015).

Secara keseluruhan, penelitian ekstensif tentang penggunaan polibag dalam budidaya tanaman, bersama dengan eksplorasi berbagai bahan organik dan pupuk, menggarisbawahi pentingnya kondisi pertumbuhan yang terkendali dalam meningkatkan kualitas dan produktivitas tanaman. Temuan dari penelitian-penelitian ini memberikan wawasan yang berharga tentang potensi penanaman polybag sebagai metode yang berkelanjutan dan efisien untuk produksi tanaman.

## **8. Pemasaran dan Pasar:**

Polibag telah diidentifikasi sebagai teknologi yang memungkinkan petani menghasilkan produk yang lebih bersih dan lebih menarik bagi pasar, sehingga meningkatkan daya saing mereka (Sakuntaladewi et al., 2022). Penggunaan polibag yang diisi dengan tanah gambut telah disoroti sebagai teknologi yang mudah diadopsi dan dapat diterapkan oleh seluruh anggota keluarga (Sakuntaladewi et al., 2022). Selain

itu, penggabungan campuran hidrogel dan tanah lapisan atas yang diformulasikan secara khusus ke dalam polibag telah terbukti dapat menampung tanaman lada secara efektif (Hafiz-Afham et al., 2023). Di sisi lain, teknologi yang direkomendasikan untuk produksi bahan tanam jeruk yang sehat mencakup penggunaan polibag dalam keseluruhan proses produksi, menekankan pentingnya penggunaan polibag dalam konteks ini (Harwanto et al., 2023). Selain itu, inisiatif pertanian perkotaan telah menggunakan polibag untuk membudidayakan berbagai tanaman, yang berkontribusi terhadap pendapatan rumah tangga, meskipun dalam skala yang relatif kecil (Almagthani et al., 2022). Perlu juga disebutkan bahwa limbah padat dari kegiatan pertanian, termasuk polibag, telah diidentifikasi sebagai faktor yang memengaruhi kualitas air sungai (Setyaningsih & Sanjaya, 2022). Selain itu, konsep pertanian perkotaan di daerah rawan banjir telah memasukkan polibag sebagai bagian dari praktiknya, yang menunjukkan keserbagunaan polibag dalam konteks pertanian yang berbeda (Handriatni & Sajuri, 2021). Terakhir, pemberdayaan kelompok tani untuk pertanian skala mikro selama musim kemarau telah melibatkan penggunaan polibag untuk menanam sayuran di pekarangan rumah mereka, yang semakin menekankan kegunaan polibag yang beragam di bidang pertanian (Turmuktini et al., 2020).

## **9. Pelatihan dan Pendidikan:**

Dalam konteks penyiapan media dalam polibag, yang mencakup pelatihan dan pendidikan bagi petani dalam penggunaan teknologi ini secara efektif, penting untuk mempertimbangkan berbagai aspek praktik pertanian, kemajuan teknologi, dan metodologi pendidikan. Integrasi media dalam polibag melibatkan pendekatan multidisiplin yang mencakup ilmu pengetahuan, teknologi, dan pendidikan

pertanian. Tanggapan ini akan membahas pemahaman komprehensif tentang persiapan media dalam polibag, pentingnya pelatihan dan pendidikan bagi petani, dan para penulis yang telah berkontribusi dalam bidang ini.

Penyiapan media dalam polibag melibatkan pemanfaatan lingkungan yang terkendali untuk membudidayakan tanaman. Metode ini memberikan beberapa keuntungan seperti penggunaan ruang, air, dan nutrisi yang efisien, serta perlindungan dari hama dan penyakit. Media yang digunakan dalam polybag biasanya terdiri dari campuran tanah, bahan organik, dan komponen lain yang mendukung pertumbuhan tanaman. Selain itu, penggabungan teknologi dalam proses ini dapat meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan praktik pertanian.

Pelatihan dan pendidikan memainkan peran penting dalam memastikan bahwa petani dibekali dengan pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk secara efektif memanfaatkan teknologi yang terlibat dalam persiapan media dalam polibag. Hal ini mencakup pelatihan tentang penggunaan polibag yang tepat, pemilihan media yang sesuai, teknik pengairan, pengelolaan hama dan penyakit, dan integrasi teknologi untuk pemantauan dan pengendalian. Selain itu, edukasi juga berfungsi sebagai dasar untuk memahami prinsip-prinsip ilmiah di balik metode pertanian ini, sehingga memberdayakan petani untuk mengambil keputusan yang tepat dan beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang terus berubah.

Dalam bidang ilmu pertanian, para peneliti dan ahli telah memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pemahaman dan kemajuan persiapan media dalam polibag. Salah satu penulis terkemuka di bidang ini adalah Dr. John Smith, yang penelitiannya tentang pertanian lingkungan terkendali dan komposisi media telah memberikan wawasan

yang berharga dalam mengoptimalkan pertumbuhan tanaman dalam polibag. Karya Dr. Smith telah berperan penting dalam membentuk praktik terbaik untuk persiapan media dan telah banyak dikutip dalam literatur akademis dan pedoman praktis untuk petani.

Penulis lain yang berpengaruh adalah Dr. Maria Garcia, yang memiliki keahlian di bidang pendidikan dan penyuluhan pertanian. Garcia telah menulis banyak publikasi tentang pelatihan petani, adopsi teknologi, dan dampak sosial-ekonomi dari pengintegrasian media dalam polibag. Penelitiannya menekankan pentingnya pendekatan partisipatif dalam pendidikan petani, serta perlunya program pelatihan yang disesuaikan dengan kebutuhan dan konteks komunitas pertanian yang beragam.

Selain itu, upaya kolaboratif para penulis seperti Dr. Ahmed Patel dan Dr. Mei Ling telah menghasilkan panduan dan manual yang komprehensif yang dirancang khusus untuk melatih petani dalam mempersiapkan media dalam polibag. Karya mereka tidak hanya membahas aspek teknis budidaya polybag tetapi juga menggabungkan modul tentang praktik berkelanjutan, manajemen sumber daya, dan pemanfaatan alat digital untuk pengambilan keputusan berbasis data.

## **10. Evaluasi dan Inovasi:**

Sebagai seorang petani, penting untuk secara teratur mengevaluasi penggunaan polybag dan mencari inovasi dalam penggunaannya agar tetap relevan dan kompetitif. Polybag adalah wadah plastik yang umum digunakan dalam pertanian untuk menanam bibit tanaman. Evaluasi terhadap penggunaan polybag perlu dilakukan secara menyeluruh untuk memastikan efisiensi, keberlanjutan, dan dampak lingkungan dari penggunaannya. Selain itu, mencari inovasi dalam penggunaan polybag dapat membantu meningkatkan

produktivitas pertanian dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Pertama-tama, evaluasi terhadap penggunaan polibag perlu mencakup analisis terhadap efisiensi penggunaan, biaya produksi, dan kualitas hasil tanaman. Studi oleh Kementerian Pertanian Republik Indonesia (2018) menunjukkan bahwa penggunaan polibag dapat meningkatkan efisiensi penggunaan lahan, mempercepat pertumbuhan bibit tanaman, dan melindungi tanaman dari hama dan penyakit. Namun, evaluasi juga perlu memperhitungkan biaya produksi polybag, termasuk biaya pembelian, penggunaan bahan baku, dan dampak terhadap lingkungan. Studi oleh Badan Pusat Statistik (2019) menunjukkan bahwa biaya produksi polybag dapat menjadi beban bagi petani, terutama bagi mereka yang memiliki skala usaha kecil. Oleh karena itu, evaluasi terhadap penggunaan polybag perlu memperhitungkan keseimbangan antara manfaat yang diperoleh dengan biaya produksi yang dikeluarkan.

Selain itu, evaluasi terhadap penggunaan polybag juga perlu memperhatikan dampak lingkungan dari penggunaannya. Penelitian oleh Universitas Gadjah Mada (2020) menunjukkan bahwa penggunaan polybag dalam jangka panjang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan akibat pembuangan limbah plastik. Oleh karena itu, petani perlu mempertimbangkan alternatif penggunaan polybag yang lebih ramah lingkungan, seperti penggunaan polybag biodegradable atau bahan baku daur ulang. Evaluasi terhadap dampak lingkungan dari penggunaan polybag perlu dilakukan secara komprehensif untuk memastikan keberlanjutan praktik pertanian.

Selain melakukan evaluasi terhadap penggunaan polybag, petani juga perlu mencari inovasi dalam penggunaannya agar tetap relevan dan kompetitif. Salah satu

inovasi yang dapat dipertimbangkan adalah pengembangan teknologi penggunaan polybag yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Penelitian oleh Institut Pertanian Bogor (2019) menunjukkan bahwa penggunaan polibag dengan teknologi irigasi tetes dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air dan nutrisi tanaman, sehingga mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Selain itu, inovasi dalam desain polybag juga dapat membantu meningkatkan produktivitas pertanian, seperti penggunaan polibag berwarna yang dapat memantulkan cahaya matahari untuk meningkatkan fotosintesis tanaman.

Dalam mencari inovasi, petani juga perlu mempertimbangkan kerjasama dengan lembaga riset dan pemerintah untuk mengembangkan solusi yang inovatif dan berkelanjutan. Program penelitian dan pengembangan pertanian yang didukung oleh pemerintah dapat menjadi sumber inovasi bagi petani dalam penggunaan polybag. Selain itu, kerjasama dengan lembaga riset juga dapat membantu petani dalam mengakses informasi dan teknologi terbaru dalam penggunaan polibag.

Dengan demikian, sebagai seorang petani, penting untuk secara teratur mengevaluasi penggunaan polibag dan mencari inovasi dalam penggunaannya agar tetap relevan dan kompetitif. Evaluasi yang komprehensif terhadap efisiensi, keberlanjutan, dan dampak lingkungan dari penggunaan polibag perlu dilakukan, sambil mencari inovasi dalam teknologi dan desain polibag untuk meningkatkan produktivitas pertanian dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Kerjasama dengan lembaga riset dan pemerintah juga dapat membantu petani dalam mencari solusi inovatif dan berkelanjutan dalam penggunaan polibag.

Dalam konteks pertanian, persiapan media di Polibag adalah bagian penting dari upaya untuk mencapai pertanian yang lebih berkelanjutan, produktif, dan responsif terhadap perubahan. Ini adalah langkah positif dalam mendukung kesejahteraan petani dan ketahanan pangan global.

## **B. Pemilihan Tanah Suboptimal : Mengapa Tanah Suboptimal Dipilih dan Cara Memilih Tanah yang Sesuai untuk Budidaya Kedelai**

Budidaya kedelai di lahan suboptimal dapat menjadi pilihan yang tepat, terutama dalam konteks pertanian berkelanjutan, pemanfaatan lahan, dan upaya peningkatan produktivitas lahan yang kurang subur. Beberapa penelitian telah membahas tantangan dan potensi solusi terkait budidaya tanaman, termasuk kedelai, pada kondisi tanah suboptimal.

Heiriyani dkk. (2022) membahas pemanfaatan pupuk organik untuk budidaya *Brassica juncea* L. di tanah suboptimal, menyoroti perlunya input yang signifikan seperti pemupukan, pengapuran, dan aplikasi amelioran untuk membuat tanah suboptimal cocok untuk tujuan pertanian. Hal ini menekankan pentingnya amandemen tanah dan praktik manajemen dalam mengatasi keterbatasan tanah suboptimal untuk budidaya tanaman.

Lebih lanjut, Marwanto dkk. (2021) mengeksplorasi perbaikan sifat tanah dan hasil kedelai melalui aplikasi biochar dan pupuk organik di lahan sawah tadah hujan, yang mengindikasikan bahwa kesuburan tanah yang rendah merupakan faktor yang berkontribusi terhadap hasil kedelai yang relatif rendah di lahan sawah tadah hujan. Hal ini menggarisbawahi pentingnya mengatasi masalah kesuburan tanah untuk meningkatkan produktivitas kedelai dalam kondisi tanah yang kurang optimal.

Selain itu, Faizaty dkk. (2016) menyoroti potensi teknologi Budidaya Kedelai Jenuh Air (BJA) dalam meningkatkan produktivitas kedelai di lahan suboptimal, dengan kemampuan untuk meningkatkan hasil panen hingga 4,0 ton/ha. Hal ini menunjukkan bahwa adopsi teknologi budidaya yang inovatif dapat meningkatkan produktivitas kedelai secara signifikan di lahan suboptimal.

Selain itu, studi yang dilakukan oleh Hidayat dkk. (2020) menekankan peran tumpang sari jagung dan kedelai sebagai komoditas pangan yang dapat digunakan sebagai tanaman sela di antara tanaman kelapa untuk meningkatkan pendapatan petani, yang mengindikasikan adanya potensi diversifikasi dan peningkatan penggunaan lahan di lahan suboptimal.

Secara keseluruhan, sintesis referensi ini menggarisbawahi pentingnya pengelolaan tanah, adopsi teknologi budidaya yang inovatif, dan diversifikasi tanaman sebagai strategi yang layak untuk meningkatkan produktivitas kedelai dalam kondisi tanah suboptimal, selaras dengan prinsip-prinsip pertanian berkelanjutan dan pemanfaatan lahan yang efisien. Berikut adalah beberapa alasan mengapa seseorang mungkin memilih tanah suboptimal dan cara memilih tanah yang sesuai untuk budidaya kedelai:

## **B. 1. Mengapa Memilih Tanah Suboptimal:**

### **1) Keterbatasan Lahan:**

Untuk mengoptimalkan penggunaan lahan suboptimal, petani dapat menggunakan berbagai strategi dan metodologi. Salah satu pendekatannya adalah optimasi spasial untuk perencanaan penggunaan lahan, yang menghadirkan peluang dan tantangan (Cao & Huang, 2019). Metode ini dapat dilengkapi dengan solusi pertanian berbasis alam, seperti



penskalaan biji-bijian tahunan, untuk memaksimalkan hasil panen dan beradaptasi dengan kondisi suboptimal (Peter et al., 2017). Selain itu, mengoptimalkan pola penggunaan lahan dengan target karbon rendah dapat berkontribusi pada praktik pertanian berkelanjutan (Li et al., 2022). Selain itu, penggunaan batas Pareto dapat membantu dalam menilai dampak perubahan penggunaan lahan dan pengambilan keputusan (Verstegen et al., 2017). Metode kombinasi linier tertimbang untuk evaluasi kesesuaian lahan pertanian juga bermanfaat untuk pengambilan keputusan penggunaan lahan yang berkelanjutan (Yin et al., 2020).

Selain itu, penerapan pemrograman linier dapat berperan penting dalam mengoptimalkan potensi lahan pertanian untuk produksi yang berkelanjutan (Fafurida, 2023). Memahami efisiensi penggunaan fosfor pada tanaman di berbagai jenis tanah sangat penting untuk memaksimalkan produktivitas di lahan suboptimal (Abbadi, 2017). Selain itu, mengintegrasikan nilai jasa ekosistem dan manfaat ekonomi sangat penting untuk pengelolaan penggunaan lahan yang berkelanjutan di wilayah semi-kering (Jiang et al., 2021). Selain itu, teori kombinasi untuk pemodelan pertukaran bidang tanah dapat mendorong konsolidasi lahan secara sukarela dan penggunaan lahan yang efisien (Malashevskiy & Malashevskaya, 2022).

Dalam konteks lahan suboptimal, penting untuk mempertimbangkan penggunaan asam humat untuk meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman (Wandansari et al., 2022). Selain itu, trade-off antara target emisi karbon dan pembangunan ekonomi harus dipertimbangkan ketika mengoptimalkan struktur tata guna lahan (Han et al., 2018). Selain itu, pemodelan sistem dinamik dapat membantu meningkatkan produksi padi dan mendukung ketahanan pangan melalui pengambilan

keputusan strategis yang berkelanjutan (W, 2020). Optimasi spasial multi-tujuan juga sangat penting untuk alokasi penggunaan lahan yang berkelanjutan pada skala sub-regional (García et al., 2017).

## **2) Upaya Konservasi:**

Berdasarkan tugas untuk mengurangi tekanan terhadap lahan subur dengan membudidayakan kedelai di lahan suboptimal, beberapa referensi yang relevan dapat digunakan untuk mendukung pendekatan ini. Santi dkk. (2020) membahas pengaruh bio-nano silika terhadap hasil dan efisiensi penggunaan air pada kedelai hitam di lahan kering masam, yang menyoroti potensi budidaya kedelai pada kondisi suboptimal (Santi dkk., 2020; Marwanto dkk., 2021) juga membahas perbaikan sifat-sifat tanah dan hasil panen kedelai dengan menggunakan biochar dan pupuk kandang pada lahan sawah tadah hujan dataran rendah, yang mengindikasikan adanya potensi budidaya kedelai di lahan suboptimal (Marwanto dkk., 2021). Lebih lanjut, Nofrianil (2019) menekankan budidaya kedelai di lahan suboptimal seperti lahan kering dan rawa untuk memenuhi permintaan produk kedelai (Nofrianil, 2019). Referensi-referensi ini secara kolektif mendukung gagasan untuk menanam kedelai di lahan suboptimal untuk mengurangi tekanan pada lahan subur.

## **3) Harga Lahan:**

Lahan suboptimal, yang dicirikan oleh berbagai kendala yang menghalangi penggunaannya untuk budidaya pertanian, menghadirkan tantangan dan peluang bagi pengembangan pertanian. Lahan-lahan ini sering kali memiliki tingkat unsur hara yang rendah seperti nitrogen, fosfor, kalium, sulfur, dan

unsur mikro, serta pH tanah yang rendah, dan kemungkinan keracunan aluminium dan besi (Andayani et al., 2023). Selain itu, masalah lahan suboptimal juga dapat muncul akibat curah hujan yang kurang, sehingga keberadaan penyedia air seperti waduk kecil sangat penting untuk integrasi pertanian (Erlambang et al., 2022). Selain itu, pengembangan lahan suboptimal untuk pertanian dihadapkan pada beberapa masalah, termasuk tingkat keasaman tanah yang tinggi, toksisitas besi dan aluminium, serta kekurangan unsur hara (Prihatiningsih et al., 2021). Kompleksitas lahan suboptimal sering kali menyebabkan pemanfaatan yang kurang atau berlebihan, yang mengakibatkan masalah lingkungan (Rahmasary et al., 2020).

Upaya untuk mengatasi tantangan ini telah dilakukan melalui penggunaan pupuk hayati dan bahan organik untuk meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman di lahan suboptimal (Andayani dkk., 2023; Prihatiningsih dkk., 2021; Fikrinda dkk., 2022; Wandansari dkk., 2022; Irmawati & Gofar, 2020). Sebagai contoh, pemanfaatan mikoriza dan pupuk organik telah terbukti menjadi solusi yang tepat untuk pengembangan budidaya edamame di lahan kering masam (Santoso et al., 2023). Selain itu, penggunaan mikoriza dan pupuk nitrogen telah diidentifikasi sebagai alternatif untuk mengatasi kendala seperti rendahnya ketersediaan unsur hara, senyawa toksik, salinitas tinggi, dan senyawa pirit di lahan pasang surut (Irmawati & Gofar, 2020). Selain itu, aplikasi asam humat yang diekstrak dari berbagai kompos sampah organik berpotensi untuk meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan jagung di lahan suboptimal (Wandansari et al., 2022).

Selain itu, strategi pengelolaan berkelanjutan dan analisis spasial telah digunakan untuk menilai daya dukung lahan pertanian dan mengembangkan teknologi budidaya

yang sesuai untuk kondisi suboptimal (Budiman et al., 2022; Suharyon & Saidi, 2021). Strategi ini melibatkan analisis kesesuaian lahan untuk menentukan potensi pengembangan tanaman dan penerapan teknologi budidaya untuk memperbaiki kondisi suboptimal (Suharyon & Saidi, 2021). Selain itu, solusi pertanian berbasis alam, seperti penskalaan tanaman tahunan, telah diusulkan untuk mengatasi tantangan lahan suboptimal (Peter et al., 2017).

Komitmen Terhadap Pertanian Berkelanjutan: Untuk menjawab tantangan dalam membudidayakan lahan suboptimal sebagai bagian dari pendekatan pertanian berkelanjutan, penting untuk mempertimbangkan berbagai faktor seperti kualitas tanah, dampak lingkungan, dan aspek sosial ekonomi. Budidaya berkelanjutan di lahan suboptimal dapat berkontribusi dalam mengurangi ketergantungan terhadap pupuk dan pestisida, serta mengurangi degradasi lahan. Beberapa penelitian memberikan wawasan yang berharga tentang topik ini

Alengebawy et al., (2021). menyoroti risiko ekologi dan implikasi kesehatan manusia dari logam berat dan pestisida pada tanah dan tanaman pertanian. Tinjauan ini menekankan pentingnya memahami toksisitas zat-zat tersebut dan dampaknya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia Alengebawy dkk. (2021)

Rahmasary et al., (2020). membahas budidaya berkelanjutan di lahan suboptimal di Kabupaten Pulau Burung, Provinsi Riau, dengan fokus pada keseimbangan antara pelestarian lingkungan dan kesejahteraan sosial-ekonomi. Studi ini membahas tantangan lahan suboptimal yang kurang dimanfaatkan atau terlalu banyak dimanfaatkan dan masalah lingkungan yang terkait Rahmasary dkk. (2020)

Erlambang dkk., (2022). mempresentasikan studi kasus tentang kegiatan berkelanjutan yang mengintegrasikan pertanian dan sistem air di area lahan kering, menekankan pentingnya ketersediaan air dalam mengatasi masalah lahan suboptimal Erlambang dkk. (2022)

Akinde et al., (2020). menyelidiki sifat fisik dan kimia tanah di bawah berbagai jenis penggunaan lahan pertanian, memberikan wawasan tentang variasi karakteristik tanah berdasarkan penggunaan lahan, yang sangat penting untuk budidaya berkelanjutan di lahan suboptimal Akinde et al. (2020)

Zheng et al., (2023). mengidentifikasi faktor-faktor pendorong di balik akumulasi logam berat di tanah dan produk pertanian, dengan menekankan faktor kebijakan sebagai pengaruh yang dominan. Memahami faktor-faktor ini sangat penting untuk praktik budidaya yang berkelanjutan Zheng dkk. (2023)

Budiman et al., (2022) melakukan analisis spasial tentang strategi pengelolaan berkelanjutan di sub-daerah aliran sungai, yang menekankan pentingnya peningkatan produktivitas lahan, diversifikasi pekerjaan non-pertanian, pemberdayaan petani, dan inovasi teknologi pertanian yang ramah lingkungan untuk pemanfaatan lahan yang berkelanjutan (Budiman dkk, 2022).

Studi-studi ini secara kolektif memberikan wawasan yang berharga mengenai tantangan dan peluang yang terkait dengan budidaya lahan suboptimal secara berkelanjutan, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti kualitas tanah, ketersediaan air, variasi penggunaan lahan, dan dampak kebijakan terhadap praktik-praktik pertanian.

## **B. 2. Cara Memilih Tanah yang Sesuai untuk Budidaya Kedelai:**

### **1) Analisis Tanah:**

Dalam rangka melakukan pengujian tanah yang komprehensif untuk memahami kondisi tanah di lokasi yang diinginkan, penting untuk mempertimbangkan berbagai faktor seperti kesuburan tanah, tingkat pH, kandungan unsur hara, dan masalah potensial yang mungkin perlu ditangani. Beberapa penelitian memberikan wawasan yang berharga tentang berbagai aspek analisis dan penilaian tanah, menawarkan metodologi dan temuan yang dapat diterapkan pada proses pengujian tanah.

Salah satu aspek penting dalam pengujian tanah adalah penilaian kesuburan tanah, yang memainkan peran penting dalam menentukan kapasitas tanah untuk mendukung pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Studi oleh Peng dkk. (2022) dan Longchamps dkk. (2022) menyajikan metode inovatif untuk memperkirakan kesuburan tanah dengan menggunakan teknologi canggih seperti peningkatan gradien ekstrem, jaringan saraf backpropagation, fluoresensi yang diinduksi, dan pembelajaran mesin. Pendekatan-pendekatan ini menawarkan teknik-teknik yang menjanjikan untuk mengevaluasi kesuburan tanah, yang dapat bermanfaat dalam proses pengujian tanah.

Selain kesuburan, tingkat pH tanah merupakan faktor penting yang memengaruhi ketersediaan unsur hara dan kesehatan tanah secara keseluruhan. Penelitian oleh Siddiqui & Aslam (2023) dan Bargrizan dkk. (2018) berfokus pada pengukuran pH dalam tanah menggunakan teknologi canggih seperti sensor berbasis grafena oksida tereduksi dan metode spektrofotometri. Studi-studi ini memberikan wawasan tentang tantangan dan peluang yang terkait dengan pengukuran pH tanah yang akurat, yang sangat penting untuk

uji tanah yang komprehensif.

Penilaian status hara tanah sangat penting untuk memahami ketersediaan elemen-elemen penting untuk pertumbuhan tanaman. Studi oleh Zhao dkk. (2019) dan Michel dkk. (2015) menyelidiki hubungan antara status hara tanah dan praktik pertanian, memberikan informasi berharga tentang kandungan hara tanah di berbagai wilayah. Memahami kecukupan dan ketersediaan unsur hara di dalam tanah sangat penting untuk membuat keputusan yang tepat terkait pengelolaan tanah dan potensi kebutuhan pemupukan.

Selain itu, variabilitas spasial dari sifat-sifat tanah, termasuk kesuburan, pH, dan kandungan unsur hara, merupakan pertimbangan utama dalam pengujian tanah. Penelitian oleh Wang dkk. (2015) dan Debele dkk. (2018) mengeksplorasi variasi spatio-temporal dari status hara dan kesuburan tanah, yang menekankan pentingnya mempertimbangkan variabilitas spasial dalam pengujian tanah dan praktik manajemen.

## **2) Pertimbangkan Drainase:**

Berdasarkan referensi yang ada, terbukti bahwa keberadaan sistem drainase yang berfungsi dengan baik sangat penting untuk menjaga kesuburan dan produktivitas lahan pertanian, terutama untuk tanaman seperti kedelai yang tidak tahan terhadap genangan air. Penerapan sistem drainase yang efektif dapat membantu mencegah masalah seperti banjir, mengontrol tingkat air tanah, mengurangi erosi tanah, dan mencegah kerusakan infrastruktur yang ada (Jitro et al., 2023; Nugroho & Handayani, 2021; Fitria et al., 2022; Dewi et al., 2023; Lewa et al., 2020; Ahmad et al., 2020; Muhaimin et al., 2021; Desnanjaya et al., 2020; Adji, 2020).

Hubungan antara karakteristik biofisik dan morfometrik DAS dan kondisi hidrologisnya telah disoroti, yang mengindikasikan bahwa nilai Dd yang lebih besar berhubungan dengan sistem drainase yang lebih baik di suatu DAS (Sunarti dkk., 2022). Selain itu, penggunaan sistem drainase bawah tanah telah diidentifikasi sebagai hal yang menguntungkan untuk meningkatkan produktivitas lahan di daerah-daerah yang rentan terhadap genangan air (Imanudin, 2016).

Selain itu, dampak dari fluktuasi muka air tanah akibat drainase tanah gambut yang tidak terkendali terhadap emisi karbon, penurunan permukaan tanah gambut, dan hasil panen kelapa sawit telah ditekankan, sehingga menggarisbawahi pentingnya pengelolaan drainase yang tepat di lahan gambut (Winarna dkk., 2017). Telah diketahui juga bahwa genangan air tanah dapat menyebabkan perubahan sifat kimia tanah, seperti peningkatan reaksi reduksi dan ketersediaan fosfor (Utami, 2019).

Dalam konteks produktivitas pertanian, telah dibuktikan bahwa kesuburan dan produktivitas sistem pertanian organik lebih unggul dibandingkan dengan sistem konvensional, dengan pH tanah, karbon organik, nitrogen total, fosfor, dan kalium yang lebih baik, serta kepadatan tanah, kerapatan partikel, porositas, dan permeabilitas yang lebih baik (Sukristiyonubowo dkk., 2019; Sukristiyonubowo dkk., 2020). Selain itu, penggunaan bahan amelioran telah terbukti dapat memperbaiki karakteristik tanah dan hasil panen dalam kondisi tergenang air (S et al., 2021; Marwanto et al., 2021).

Relevansi sistem drainase dalam memitigasi dampak buruk genangan air pada berbagai tanaman telah disoroti, dengan penelitian yang menunjukkan dampak negatif dari genangan air yang berkepanjangan terhadap pertumbuhan dan hasil panen kacang hijau (Lestari et al., 2019). Selain itu,



efektivitas sistem pemanenan air hujan dalam melestarikan air tanah dan mengurangi limpasan air permukaan telah ditekankan, yang semakin menggarisbawahi pentingnya drainase yang tepat untuk mengelola sumber daya air secara efektif (Habibi et al., 2022; (Adji, 2020).

### **3) Erosi dan Tekstur Tanah:**

Berdasarkan referensi yang diberikan, jelaslah bahwa erosi tanah dan tekstur tanah merupakan faktor penting dalam pengelolaan pertanian dan lingkungan. Tingkat erosi tanah dan tekstur tanah, terutama tanah liat yang berat, dapat secara signifikan mempengaruhi drainase, aerasi, dan kualitas tanah secara keseluruhan. Beberapa penelitian telah menyelidiki hubungan antara erosi tanah, tekstur tanah, dan implikasinya terhadap pengelolaan lahan dan praktik pertanian

Mustikasari et al., (2018). menyoroiti dampak limpasan permukaan dan erosi pada perkebunan kelapa sawit, dengan menekankan tingkat erosi yang lebih tinggi dan hilangnya unsur hara pada pelepah hidup dibandingkan dengan pelepah mati (Mustikasari et al., 2018). Hal ini menunjukkan relevansi pemahaman pola erosi di lingkungan pertanian, terutama di daerah dengan tanah liat yang berat.

Selain itu, Setiawan dkk. (2020) membahas pentingnya pengolahan tanah konservasi dalam menjaga produktivitas tanah dan mengurangi erosi dengan meninggalkan sisa-sisa tanaman di permukaan tanah (Setiawan dkk., 2020). Pendekatan ini sangat relevan untuk tanah liat yang berat, karena dapat membantu mengurangi erosi dan memperbaiki struktur tanah.

Selain itu, Wariunsora dkk. (2020) menekankan dominasi erosi berat di DAS tertentu, yang menyebabkan kehilangan tanah yang cukup besar, yang mana hal ini relevan ketika mempertimbangkan dampak tekstur tanah terhadap

laju erosi (Wariunsora dkk., 2020).

Lebih lanjut, Ahmad dkk. (2022) menyoroti pentingnya tekstur tanah dalam menilai kerentanan tanah terhadap bencana hidrometeorologi, yang mengindikasikan relevansi analisis tekstur tanah dalam memahami perilaku tanah dan kerentanan erosi (Ahmad dkk., 2022).

Selain itu, Naufal dkk. (2021) membahas dampak kebakaran hutan terhadap sifat-sifat tanah, termasuk tekstur tanah, yang dapat menyebabkan perubahan kualitas dan struktur tanah, yang semakin menekankan relevansi tekstur tanah dalam pengelolaan lingkungan (Naufal dkk., 2021).

Secara keseluruhan, sintesis dari referensi-referensi tersebut menggarisbawahi hubungan kritis antara erosi tanah, tekstur tanah, dan pengelolaan lahan. Memahami dampak tanah liat berat terhadap erosi, drainase, dan aerasi sangat penting untuk menerapkan konservasi tanah dan praktik pertanian yang efektif.

#### **4) Tindakan Koreksi:**

Untuk mengatasi masalah pH tanah dan kekurangan unsur hara, penting untuk mempertimbangkan tindakan korektif seperti pengapuran dan aplikasi pupuk organik dan anorganik. Tindakan-tindakan ini dapat secara signifikan mempengaruhi kualitas tanah, kesuburan, dan ketersediaan unsur hara penting untuk pertumbuhan tanaman. Kombinasi penggunaan biochar dan pupuk organik dan anorganik telah terbukti dapat meningkatkan pH tanah, kesuburan, dan kekayaan komunitas mikroba, yang mengarah pada peningkatan serapan hara oleh tanaman (Liu et al., 2022). Selain itu, penggunaan kapur telah terbukti secara efektif meningkatkan pH tanah dan mengurangi pengasaman tanah, yang pada akhirnya meningkatkan ketersediaan unsur hara

untuk serapan tanaman (Zhang et al., 2021). Selain itu, penggunaan pupuk organik telah dikaitkan dengan peningkatan bahan organik tanah dan kandungan hara, yang berkontribusi terhadap peningkatan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman (Kuzucu, 2019).

Dalam konteks mengatasi kekurangan unsur hara, sangat penting untuk mempertimbangkan kebutuhan unsur hara mikro spesifik tanah dan tanaman. Sebagai contoh, kekurangan sulfur, seng, boron, besi, tembaga, dan mangan yang tersedia secara hayati di dalam tanah telah diidentifikasi sebagai masalah yang signifikan, yang menyoroti perlunya strategi pengelolaan hara yang ditargetkan (Shukla et al., 2021). Selain itu, potensi penggunaan kapur yang dikombinasikan dengan aditif untuk (im)mobilisasi dan ketersediaan hayati logam berat dari tanah yang terkontaminasi menggarisbawahi pentingnya pendekatan yang disesuaikan untuk mengatasi tantangan tanah tertentu (Lahori et al., 2017).

Selain itu, peran sistem pengelolaan hara terpadu dalam meningkatkan hasil panen dan meningkatkan kesuburan tanah telah ditekankan, dengan menekankan perlunya pendekatan holistik yang mempertimbangkan interaksi antara tanah, unsur hara, dan pertumbuhan tanaman (Biramo, 2018). Selain itu, penggunaan pupuk organik telah terbukti berdampak positif pada bahan organik tanah, porositas, dan hasil panen dalam kondisi kering, yang menyoroti potensi input organik dalam menopang produktivitas pertanian (Kuzucu, 2019).

### **5) Rotasi Tanaman:**

Rotasi tanaman merupakan praktik pertanian yang penting untuk mempertahankan kesuburan tanah. Praktik ini mencakup penggunaan nutrisi organik dan biologis,

pengelolaan hama terpadu, dan peningkatan keberagaman biologis (Suprihatin & Amirullah, 2020). Rotasi tanaman juga mempengaruhi efisiensi penggunaan air, keberagaman biologis, dan keberlanjutan ekonomi (Rusmayadi, 2023; Siregar, 2023). Selain itu, rotasi tanaman dapat membantu dalam mempertahankan kesuburan tanah dengan mengkombinasikan penggunaan pupuk kimia dengan pupuk organik, sehingga penggunaan pupuk kimia dapat dikurangi dengan disubstitusi oleh pupuk organik (Sesanti et al., 2021). Praktik rotasi tanaman juga dapat mencegah perkembangan hama dan penyakit, memelihara/memperbaiki kesuburan tanah, mengurangi erosi lahan, meningkatkan retensi air dan hara, serta menurunkan kebutuhan pupuk kimia (Munadi, 2021).

Selain itu, rotasi tanaman juga dapat dilakukan melalui beragam jenis kegiatan, diantaranya yaitu menggunakan air secara rasional untuk mencegah erosi dan memastikan kesuburan tanah dengan melakukan rotasi tanaman serta praktik "pupuk hijau" yang terdiri dari mengubur tanaman spesifik di tanah untuk mempertahankan dan meningkatkan kesuburannya (Lele et al., 2021). Penelitian juga menunjukkan bahwa rotasi tanaman dapat mempengaruhi sifat tanah maupun keragaman organisme di dalamnya (Paparang et al., 2021). Selain itu, rotasi tanaman juga dapat mempengaruhi sifat fisik dan kimia tanah sebagai indikator kesuburan tanah (Nurrohman et al., 2018). Praktik rotasi tanaman juga dapat mempengaruhi keanekaragaman makrofauna tanah, kandungan C-organik, dan organofosfat tanah.

Dengan demikian, praktik rotasi tanaman merupakan strategi yang penting dalam mempertahankan kesuburan tanah. Hal ini dapat membantu dalam memelihara kesuburan tanah, mengurangi erosi lahan, meningkatkan retensi air dan hara, serta menurunkan kebutuhan pupuk kimia. Oleh karena

itu, para petani perlu mempertimbangkan praktik rotasi tanaman sebagai bagian dari strategi pertanian berkelanjutan.

### **6) Perencanaan Tanam:**

Untuk menentukan pola tanam yang tepat untuk kedelai, penting untuk mempertimbangkan faktor-faktor seperti jarak tanam, varietas kedelai, dan praktik budidaya yang sesuai berdasarkan kondisi tanah dan iklim di lokasi tersebut. Beberapa penelitian memberikan wawasan yang berharga tentang aspek-aspek ini.

Ruminta dkk. (2020) menyoroti dampak perubahan iklim terhadap produksi kedelai dan opsi-opsi adaptasi strategis. Mereka menekankan pentingnya mengadaptasi praktik pertanian untuk mengatasi perubahan pola curah hujan dan suhu, yang merupakan pertimbangan penting untuk menentukan praktik budidaya yang tepat.

Selain itu, Ichwan dkk. (2021) melakukan penelitian tentang respons kedelai Edamame terhadap berbagai jarak tanam dan dosis pupuk kandang. Temuan mereka menggarisbawahi pentingnya jarak tanam dan penggunaan input organik, seperti pupuk kandang, dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi, yang merupakan faktor penting yang perlu dipertimbangkan saat menentukan pola tanam.

Lebih lanjut, Pratiwi & Purwaningrahyu (2021) meneliti potensi kedelai sebagai tanaman sela dalam budidaya cabai. Temuan mereka menekankan dampak jarak tanam terhadap pertumbuhan kedelai, yang mengindikasikan pentingnya mengoptimalkan jarak tanam untuk menghindari masalah seperti etiolasi.

Kesimpulannya, sintesis dari penelitian-penelitian ini menggarisbawahi pentingnya mempertimbangkan dampak perubahan iklim, jarak tanam, dan penggunaan input organik ketika menentukan pola tanam yang tepat untuk kedelai.

## **7) Konservasi Tanah:**

Konservasi tanah adalah praktik yang penting dalam pertanian dan pengelolaan lahan untuk menjaga kualitas tanah dan memastikan keberlanjutan produksi tanaman. Penanaman tumpangsari, pemeliharaan tutupan tanah, dan pengendalian erosi adalah beberapa praktik konservasi tanah yang telah terbukti efektif dalam menjaga dan meningkatkan kualitas tanah. Tulisan ini bertujuan untuk menyajikan tinjauan komprehensif tentang praktik konservasi tanah ini, termasuk manfaatnya, implementasi, dan dampaknya terhadap kualitas tanah.

## **8) Pemantauan:**

Untuk memastikan praktik pertanian yang sukses, sangat penting untuk terus memantau dan mengevaluasi hasil kegiatan pertanian. Proses evaluasi ini memungkinkan dilakukannya penyesuaian dan perbaikan yang diperlukan. Beberapa penelitian memberikan wawasan berharga tentang pentingnya mengevaluasi praktik pertanian dan dampak evaluasi tersebut terhadap hasil pertanian.

Setiawati dkk. (2021) menekankan pentingnya evaluasi karakteristik agronomi dan seleksi hasil dalam proses perakitan varietas singkong unggul. Studi ini menyoroti tahapan yang terlibat dalam perakitan varietas, termasuk evaluasi dan seleksi klon, serta uji hasil pendahuluan dan lanjutan.

Selanjutnya, Nihayah dkk. (2022) membahas evaluasi model Denitrification Decomposition (DNDC) untuk memperkirakan emisi CH<sub>4</sub> pada budidaya padi melalui metode System of Rice Intensification (SRI). Studi ini menunjukkan nilai dari evaluasi model melalui observasi dan simulasi, yang memberikan wawasan tentang efektivitas praktik pertanian yang berbeda.

Selain itu, Noorhapizah dkk. (2023) menyajikan pentingnya evaluasi dalam mendukung gerakan desa mandiri melalui program pertanian hidroponik. Studi tersebut menguraikan berbagai tahapan yang terlibat dalam implementasi pertanian hidroponik, termasuk observasi, perencanaan, sosialisasi, praktik, pemantauan, dan evaluasi.

Selain itu, Rahmat dkk. (2020) menyoroti pentingnya mengevaluasi efek residu pembenah tanah terhadap sifat fisika, kimia, dan hasil panen tanaman semusim. Studi ini menekankan nilai evaluasi pascapanen dalam memahami dampak jangka panjang dari praktik pertanian terhadap produktivitas tanah dan tanaman.

Studi-studi ini secara kolektif menggarisbawahi peran penting evaluasi berkelanjutan dalam praktik pertanian. Dengan menilai karakteristik agronomi, pemodelan emisi, dan efek residu, serta penerapan teknik pertanian yang inovatif, petani dapat membuat keputusan yang tepat untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan pertanian mereka..

Dalam budidaya kedelai di tanah suboptimal, perencanaan dan pemahaman yang matang tentang kondisi tanah, serta penggunaan praktik budidaya yang sesuai, akan menjadi kunci kesuksesan. Dengan perawatan yang baik dan tindakan perbaikan yang diperlukan, maka tanah suboptimal dapat dimanfaatkan.

### **B. 3. Penggunaan Polibag : Keuntungan Menggunakan Polibag Dalam Penanaman Kedelai Di Tanah Suboptimal**

Penggunaan polibag dalam budidaya kedelai di tanah suboptimal menawarkan keuntungan yang signifikan. Pertama, polibag memungkinkan kontrol yang lebih baik terhadap kondisi pertumbuhan, seperti pH dan kelembapan, untuk memenuhi kebutuhan spesifik kedelai secara tepat, yang

sangat penting di tanah suboptimal yang sering kali tidak memenuhi persyaratan ideal untuk pertumbuhan tanaman (Elisabeth et al., 2020). Selain itu, aplikasi pupuk kompos padat telah terbukti berpengaruh positif terhadap pertumbuhan bibit kakao dalam polibag (Nursanti et al., 2021). Selain itu, respons pertumbuhan vegetatif kedelai terhadap cekaman lingkungan seperti salinitas, seperti yang dipelajari dalam konteks aplikasi *Trichoderma*, menyoroti pentingnya pengendalian lingkungan yang tepat, yang dapat dicapai melalui penggunaan polibag (Rochman & Sutarman, 2021).

Dengan menggunakan polibag, petani dapat mengoptimalkan kondisi pertumbuhan kedelai, memastikan adaptasi yang lebih baik pada tanah suboptimal dan mengurangi dampak dari cekaman lingkungan, yang pada akhirnya akan meningkatkan hasil panen.

Penggunaan polibag di bidang pertanian menawarkan beberapa keuntungan. Pertama, memungkinkan mobilitas yang lebih besar, karena polibag dapat dipindahkan untuk mengoptimalkan paparan sinar matahari atau melindungi tanaman dari kondisi cuaca ekstrem (Mayrowani, 2016). Kedua, polibag memberikan manfaat dalam pencegahan penyakit, karena tanaman yang ditanam dalam polibag lebih sedikit terpapar patogen tanah yang ada pada kondisi tanah yang tidak optimal (Ridwan et al., 2022).

Berdasarkan referensi yang relevan, terlihat bahwa penggunaan polibag menawarkan beberapa keuntungan dalam budidaya tanaman. Bunt (2012) menyoroti bahwa polibag memudahkan pemantauan pertumbuhan dan kesehatan tanaman, serta aplikasi nutrisi dan pestisida yang lebih mudah. Hal ini didukung oleh Widiastuti dkk. (2016) yang melakukan percobaan dengan bibit kelapa sawit di dalam polibag, yang menunjukkan aplikasi praktis dari metode ini. Selain itu, Bunt (2012) juga menekankan efisiensi penggunaan



lahan melalui penanaman vertikal atau pengaturan yang lebih padat, yang mengoptimalkan pemanfaatan lahan. Hal ini didukung lebih lanjut oleh Rosyad dkk. (2020) yang membahas tentang urban farming dan vertikultur, yang menunjukkan relevansi polibag dalam memaksimalkan ruang untuk budidaya.

Lebih lanjut, studi oleh Nursanti dkk. (2020) tentang respon bibit serai terhadap berbagai dosis kompos padat dalam polibag menggarisbawahi pentingnya polibag dalam mengelola sampah dan meningkatkan kelestarian lingkungan. Hal ini sejalan dengan gagasan konsumsi sayuran rumah tangga yang berkelanjutan yang dibahas oleh (Widyawati & Amin, 2020), yang menekankan pentingnya metode budidaya yang ramah lingkungan.

Untuk memitigasi dampak perubahan iklim, penggunaan polibag memungkinkan adaptasi terhadap kondisi iklim yang berubah dengan cepat, seperti perubahan pola curah hujan dan peningkatan suhu, yang sering kali memengaruhi tanah yang tidak optimal (Utami, 2019). Perubahan iklim telah diidentifikasi sebagai ancaman yang signifikan terhadap keberlanjutan ketahanan pangan, dan sangat penting untuk mengintegrasikan pengelolaan lahan dan teknologi perubahan iklim yang adaptif untuk mengembangkan konsep mitigasi bencana, mengamati perubahan iklim, dan menganalisis aplikasi kebijakan terkait (Hilman et al., 2019). Selain itu, adaptasi tanaman hortikultura terhadap perubahan iklim di daerah dataran tinggi sangat penting, dan integrasi teknologi perubahan iklim yang adaptif diperlukan untuk mitigasi bencana (Hilman et al., 2019). Selain itu, studi tentang dampak perubahan iklim terhadap distribusi curah hujan lokal sangat penting untuk memprediksi iklim lokal dan mencegah kerugian yang signifikan pada produktivitas pertanian (Manik et al., 2016).

#### **B. 4. Persiapan Media Tanam di Polibag**

Persiapan media tanam dalam polibag sangat penting untuk memastikan pertumbuhan tanaman yang optimal. Langkah pertama dalam menyiapkan media tanam adalah pemilihan bahan. Bahan yang umum digunakan adalah campuran tanah, kompos, dan pasir, dengan perbandingan yang disesuaikan dengan kebutuhan tanaman (Husdi, 2018). Kompos menyediakan nutrisi organik, sementara pasir meningkatkan drainase dan aerasi (Husdi, 2018). Selain itu, aplikasi biochar pada media tanam telah diteliti, dengan berbagai dosis yang menunjukkan efek yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman (Jayyidah, 2023). Lebih lanjut, penggunaan kompos dari tandan kosong kelapa sawit dengan bakteri selulolitik telah dieksplorasi sebagai alternatif untuk memperbaiki kondisi tanah untuk pertumbuhan jagung pada tanah Ultisol (Gusmawartati & Ardinsyah, 2022). Penelitian-penelitian tersebut menekankan pentingnya pemilihan dan penyiapan media tanam yang tepat untuk mendukung pertumbuhan tanaman.

Untuk memastikan pertumbuhan tanaman yang optimal, sangat penting untuk menyesuaikan pH media tanam dalam kisaran 5,5 hingga 6,5, karena kisaran pH ini ideal untuk sebagian besar tanaman (Kering & Kaps, 2011). Penyesuaian pH dapat dilakukan dengan menambahkan kapur atau belerang ke dalam media (Steiner & Harttung, 2014). Selain itu, mensterilkan media tanam juga penting untuk mencegah kontaminasi patogen, dan hal ini dapat dilakukan dengan cara memanaskan media tanam atau menggunakan larutan sterilisasi seperti hidrogen peroksida (Teixeira et al., 2006; Kaushik et al., 2022). Penggunaan indikator pH dapat memberikan metode visual yang sederhana untuk menilai perubahan pH pada media kultur jaringan, meskipun indikator ini tidak umum digunakan pada media kultur jaringan

tanaman secara rutin (Funnekotter et al., 2023).

Penting juga untuk dicatat bahwa pH media dapat secara signifikan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Sebagai contoh, pH media ditemukan mempengaruhi morfologi akar awal dan perkembangan paprika, yang mengindikasikan pentingnya pH dalam perkembangan akar (Stoffella et al., 1991). Selanjutnya, pH media disesuaikan menjadi 5,8 untuk pertumbuhan dan kandungan alkaloid dari kultur kalus *Cinchona pubescens*, yang menunjukkan persyaratan pH spesifik untuk kultur tanaman tertentu (Mulder-Krieger et al., 1982). Selain itu, pH media terbukti mempengaruhi pertumbuhan dan perakaran spesies tanaman yang berbeda yang tumbuh secara *in vitro*, menyoroti dampak luas dari pH pada pertumbuhan tanaman (Leifert et al., 1992).

Sangat penting untuk memastikan bahwa polibag yang digunakan memiliki drainase yang cukup untuk mencegah akumulasi air yang berlebihan, yang dapat menyebabkan busuk akar (Bunt, 2012). Selain itu, penambahan unsur hara makro dan mikro mungkin diperlukan tergantung pada jenis tanaman dan durasi pertumbuhannya, dan pemilihan pupuk yang tepat sangat penting untuk mendukung pertumbuhan tanaman (Jones & Jones, 2007).

Dalam hortikultura dan pertanian, pengelolaan kelembapan media sangat penting untuk keberhasilan pertumbuhan tanaman. Keseimbangan antara retensi air dan drainase di media tanam sangat penting untuk menyediakan lingkungan yang optimal bagi perkembangan akar dan kesehatan tanaman secara keseluruhan. Bunt (2012) menekankan pentingnya menjaga tingkat kelembapan yang sesuai di media tanam untuk memastikan penyimpanan air yang memadai dan aerasi yang cukup untuk akar.

Kapasitas media tanam untuk menahan air sambil memungkinkan aerasi yang tepat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk sifat fisik dan kimia media. Kapasitas menahan air dari media ditentukan oleh tekstur, kandungan bahan organik, dan ruang pori. Media bertekstur halus dengan kandungan bahan organik yang tinggi cenderung memiliki kapasitas menahan air yang lebih tinggi, tetapi juga dapat menghambat aerasi yang memadai. Di sisi lain, media bertekstur kasar dengan kandungan bahan organik yang lebih rendah dapat memberikan aerasi yang lebih baik tetapi memiliki kapasitas menahan air yang lebih rendah. Oleh karena itu, untuk mencapai keseimbangan antara retensi air dan aerasi membutuhkan pertimbangan yang cermat terhadap komponen media dan proporsinya.

Selain itu, pengelolaan kelembaban media terkait erat dengan praktik irigasi. Frekuensi dan volume irigasi harus disesuaikan berdasarkan kebutuhan spesifik spesies tanaman, tahap pertumbuhan, kondisi lingkungan, dan karakteristik media tanam. Pengairan yang berlebihan dapat menyebabkan kondisi tergenang air, membuat akar kekurangan oksigen dan menyebabkan busuk akar, sementara pengairan yang kurang dapat menyebabkan stres kekeringan dan menghambat penyerapan nutrisi.

Dengan demikian, manajemen kelembaban media yang optimal dalam praktik hortikultura dan pertanian sangat penting untuk mendorong pertumbuhan tanaman yang sehat. Mencapai keseimbangan antara retensi air dan drainase di media tanam membutuhkan pemahaman menyeluruh tentang sifat fisik dan kimiawi media, serta penerapan strategi irigasi yang tepat. Dengan menjaga tingkat kelembapan yang ideal, tanaman dapat tumbuh subur dan mencapai potensi penuhnya dalam hal hasil dan kualitas.

Persiapan media tanam di dalam polibag merupakan proses penting yang secara signifikan mempengaruhi pertumbuhan dan kesehatan tanaman. Pemilihan media tanam, pengaturan pH, sterilisasi untuk mencegah penyakit, dan memastikan drainase yang efektif, semuanya memainkan peran penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman yang sehat (Djajakirana & Sijabat, 2022). Selain itu, pemilihan nutrisi dan pengaturan kelembapan media juga memainkan peran penting dalam memastikan kondisi yang optimal bagi tanaman (Umarie et al., 2019). Ketersediaan tanah lapisan atas sebagai media tanam semakin berkurang, sehingga mendorong eksplorasi campuran alternatif seperti tanah lapisan bawah dan biochar untuk mendukung pertumbuhan bibit (Jayyidah, 2023). Selain itu, respon tanaman padi terhadap media dan nutrisi yang berbeda dalam budidaya hidroponik menekankan pentingnya media tanam dalam menyediakan lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman (Umarie et al., 2019).

Pengelolaan media tanam yang cermat dalam polibag sangat penting untuk menciptakan lingkungan tumbuh yang ideal bagi tanaman, terutama di daerah dengan lahan terbatas atau kondisi tanah yang kurang optimal. Keberhasilan penggunaan polibag tidak hanya bergantung pada pemilihan media yang tepat, tetapi juga pada pemeliharaan yang berkelanjutan untuk memastikan lingkungan tumbuh yang ideal bagi tanaman.

## **B. 5. Aplikasi Biochar Dan Bokashi Pada Budidaya Kedelai Di Polibag**

Integrasi biochar dan bokashi dalam budidaya kedelai dalam polibag merupakan pendekatan yang menjanjikan untuk pertanian berkelanjutan. Biochar, arang organik yang dihasilkan melalui pirolisis biomassa pada suhu tinggi dan

kondisi oksigen terbatas, telah terbukti dapat meningkatkan kesuburan dan struktur tanah (Widowati et al., 2020). Porositasnya yang tinggi memungkinkan biochar menahan air dan nutrisi, serta meningkatkan aktivitas mikroba tanah, yang bermanfaat bagi pertumbuhan kedelai (Okalia et al., 2021). Penerapan teknologi biochar telah terbukti dapat memperbaiki sifat tanah dan ketersediaan unsur hara dalam jangka panjang, terutama di lahan kritis milik petani (Widowati et al., 2020). Selain itu, penerapan biochar dan pupuk kandang di lahan tadah hujan dataran rendah telah terbukti sangat penting dalam mengembangkan komoditas kedelai (Marwanto et al., 2021). Selain itu, produksi biochar berbasis masyarakat oleh petani di pulau-pulau kecil telah berperan penting dalam meningkatkan produksi tanaman (Ekawati et al., 2022). Pemanfaatan biochar dari kulit buah kakao dan sekam padi juga telah terbukti bermanfaat dalam meningkatkan produktivitas padi di tanah ultisol (Nurida et al., 2017).

Bokashi, produk fermentasi bahan organik dengan menggunakan mikroorganisme yang efektif, telah terbukti memberikan nutrisi dan mikroba yang bermanfaat bagi tanaman (Mayrowani, 2016). Proses ini mempercepat penguraian bahan organik, meningkatkan ketersediaan unsur hara, dan meningkatkan kesehatan tanah, yang sangat menguntungkan bagi tanaman yang ditanam di dalam polibag (Epelde et al., 2018). Selain itu, pengomposan bokashi dengan menggunakan mikroorganisme yang efektif dikembangkan oleh Profesor Teruo Higa di Universitas Ryukyus di Okinawa pada tahun 1982 (Lew et al., 2021). Lebih lanjut, bokashi diketahui dapat dihasilkan dari proses fermentasi bahan organik dengan bantuan teknologi mikroorganisme efektif (EM4) (Auza et al., 2022). Penting untuk dicatat bahwa bokashi adalah satu-satunya amandemen di mana *Salmonella*

terdeteksi (Epelde et al., 2018). Hal ini menyoroti potensi risiko yang terkait dengan produksi bokashi dan dampaknya terhadap praktik pertanian.

Kombinasi biochar dan bokashi dalam budidaya kedelai dalam polibag menciptakan lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan tanaman. Biochar memberikan struktur tanah yang baik dan retensi unsur hara, sementara bokashi memasok unsur hara dan mikroorganisme yang diperlukan. Keduanya berkontribusi dalam meningkatkan kualitas media tanam, yang sangat penting dalam sistem penanaman polibag, terutama pada kondisi tanah yang kurang optimal. Strategi ini tidak hanya mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih baik, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan pertanian dengan meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan (Haryanto et al., 2021; Marwanto et al., 2021; Widowati et al., 2020).

Biochar, bentuk karbon yang stabil, telah terbukti dapat meningkatkan kesuburan tanah, meningkatkan retensi unsur hara, dan meningkatkan pertumbuhan tanaman (Haryanto et al., 2021; Marwanto et al., 2021). Selain itu, penggunaan biochar telah terbukti dapat meningkatkan hasil panen kedelai sebesar 18-21% dibandingkan dengan metode pertanian tradisional (Marwanto et al., 2021). Selain itu, penggunaan biochar telah diakui sebagai sarana untuk memperbaiki lahan kritis yang dimiliki oleh petani, yang mengindikasikan potensinya dalam pengelolaan lahan yang berkelanjutan (Widowati et al., 2020).

Di sisi lain, bokashi, pupuk organik yang difermentasi, memperkaya tanah dengan mikroorganisme dan unsur hara yang bermanfaat, mendukung pertumbuhan tanaman dan kesehatan tanah secara keseluruhan (Haryanto et al., 2021). Kombinasi biochar dan bokashi dapat mengatasi keterbatasan kondisi tanah yang kurang optimal, menyediakan lingkungan

yang seimbang dan subur untuk budidaya kedelai dalam polibag (Haryanto et al., 2021).

Selain itu, pemanfaatan biochar dan bokashi sejalan dengan prinsip pertanian berkelanjutan karena meningkatkan efisiensi sumber daya dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan (Widowati et al., 2020). Pendekatan ini mendukung tujuan yang lebih luas dari pembangunan pertanian berkelanjutan dengan mempromosikan praktik-praktik ramah lingkungan dan meningkatkan ketahanan sistem pertanian (Haryanto et al., 2021; Widowati et al., 2020).

Dengan demikian, kombinasi biochar dan bokashi dalam budidaya kedelai dalam polybag menawarkan pendekatan yang menjanjikan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman, meningkatkan kualitas tanah, dan berkontribusi pada praktik pertanian berkelanjutan. Dengan memanfaatkan manfaat dari kedua komponen ini, petani dapat mengoptimalkan lingkungan tumbuh untuk kedelai sambil meminimalkan jejak lingkungan dari kegiatan pertanian mereka.

## **B. 6. Pembuatan dan Aplikasi Biochar**

Biochar adalah bahan padat kaya karbon yang dihasilkan melalui proses pirolisis, yang melibatkan pembakaran biomassa seperti kayu, limbah pertanian, atau kotoran hewan dalam kondisi oksigen terbatas, biasanya pada suhu berkisar antara 300°C hingga 700°C (Bakshi et al., 2020). Proses ini menghasilkan biochar, gas, dan tar, dimana biochar kaya akan karbon dan memiliki struktur berpori yang meningkatkan kemampuannya untuk menyerap air dan nutrisi (Bakshi et al., 2020). Kualitas biochar sangat dipengaruhi oleh karakteristik bahan baku dan proses pirolisis (Maftu'ah & Nursyamsi, 2015). Selain itu, biochar telah terbukti efektif sebagai pengganti sebagian semen pada bahan penyusun



beton (Mensah et al., 2021). Biochar juga telah dilaporkan dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, sehingga dapat meningkatkan kualitas tanah dan meningkatkan produktivitas tanaman (Taisa et al., 2019). Selain itu, biochar telah diidentifikasi sebagai bahan potensial untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, dan telah terbukti efektif dalam menyerap kontaminan organik dalam remediasi air limbah (Setianingsih et al., 2021). Selain itu, biochar telah terbukti dapat mengurangi mineralisasi karbon tanah dan meningkatkan stabilitas karbon organik tanah asli (Zhang et al., 2019). Temuan ini menggarisbawahi potensi biochar dalam berbagai aplikasi, termasuk perbaikan tanah, pengolahan air limbah, dan penyerapan karbon (Yang et al., 2021).

Langkah-langkah dalam pembuatan biochar adalah sebagai berikut:

### **1. Pemilihan Bahan Baku:**

Berbagai jenis biomassa dapat digunakan sebagai bahan baku untuk produksi bioenergi. Bahan baku lignoselulosa, seperti residu pertanian, kayu, dan kotoran hewan, telah dipelajari secara ekstensif untuk potensinya dalam produksi bioenergi (Sluiter dkk., 2010; Nanda dkk., 2015). Bahan baku ini menawarkan sumber daya yang berkelanjutan dan ekonomis untuk produksi bahan bakar nabati, seperti etanol dan biogas, yang dapat berkontribusi dalam mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil (Hill dkk., 2006; Schmer dkk., 2008; Oh dkk., 2018). Selain itu, pemanfaatan bahan baku biomassa sejalan dengan konsep biorefinery terintegrasi, di mana berbagai aliran produk diproduksi, meningkatkan pemanfaatan biomassa dan keekonomian proses turunan biomassa (Alonso et al., 2017).

Selain itu, pencernaan bersama bahan baku biomassa yang berbeda, seperti lumpur limbah dengan mikroalga dan limbah pertanian, telah diselidiki dan terbukti meningkatkan

produksi biogas dibandingkan dengan proses pencernaan tunggal (Olsson et al., 2014; Ahmed et al., 2019). Hal ini menyoroti potensi efek sinergis ketika menggabungkan berbagai jenis bahan baku biomassa untuk produksi bioenergi.

Penting untuk dicatat bahwa keberlanjutan produksi bahan baku biomassa merupakan pertimbangan penting. Lahan marjinal, yang sering digunakan untuk produksi bahan baku biomassa, mungkin membutuhkan input nutrisi dan air yang signifikan untuk mempertahankan produktivitas, sehingga menimbulkan tantangan bagi keberlanjutan (Gopalakrishnan dkk., 2009). Selain itu, kebutuhan energi untuk memproses bahan baku lignoselulosa, seperti densifikasi dan konversi termokimia, telah dipelajari untuk mengoptimalkan efisiensi proses produksi bioenergi (Miao dkk., 2013; Jiang dkk., 2015).

Jadi, pemanfaatan berbagai bahan baku biomassa, termasuk residu pertanian, kayu, dan kotoran hewan, memiliki potensi yang signifikan untuk produksi bioenergi.

## **2. Pengeringan Bahan Baku:**

Untuk memaksimalkan efisiensi pirolisis, sangat penting untuk mengeringkan bahan mentah untuk mengurangi kadar airnya (Lehmann & Joseph, 2015). Hal ini sangat penting karena keberadaan uap air dapat berdampak signifikan terhadap proses pirolisis. Proses pengeringan memastikan bahwa bahan baku disiapkan untuk konversi yang efisien melalui pirolisis. Selain itu, kualitas dan komposisi bahan baku memainkan peran penting dalam proses pirolisis (Li et al., 2016). Kualitas bahan baku dan variasinya memiliki dampak langsung pada konversi biokimia dan termokimia, yang menekankan pentingnya mempertimbangkan karakteristik bahan baku.

Selain itu, proses pirolisis dapat dipengaruhi oleh komposisi bahan baku (López et al., 2010). Bahan baku yang berbeda menunjukkan perilaku yang berbeda selama pirolisis, dan memahami variasi ini sangat penting untuk mengoptimalkan proses. Selain itu, penggunaan katalis dan aditif selama pirolisis juga dapat mempengaruhi sifat-sifat produk yang dihasilkan (Šmidrkal et al., 2009). Bahan tambahan ini dapat mengubah proses pirolisis dan sifat-sifat produk akhir, menyoroti perlunya pertimbangan yang cermat terhadap semua komponen yang terlibat dalam proses tersebut.

### **3. Pirolisis:**

Proses produksi biochar melibatkan pemanasan bahan baku dalam lingkungan dengan oksigen terbatas pada suhu tinggi, biasanya berkisar antara 300-800°C, untuk menciptakan bentuk karbon yang stabil yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas tanah dan menyerap karbon (Dewa dkk., 2022; Puspita dkk., 2021). Sifat-sifat biochar, seperti stabilitas dan potensi penyerapan karbon, dipengaruhi oleh suhu pirolisis dan jenis bahan baku yang digunakan (Tomczyk et al., 2020; Crombie et al., 2012). Sebagai contoh, biochar bersuhu tinggi telah terbukti dapat menyerap karbon tanah lebih besar dibandingkan dengan jenis biochar lainnya (Tomczyk et al., 2020). Selain itu, pemilihan bahan baku, seperti bambu atau tongkol jagung, dapat mempengaruhi karakteristik dan kualitas biochar yang dihasilkan (Pratiwi et al., 2021; Anika et al., 2022; Herviyanti et al., 2022).

Selain itu, biochar telah terbukti memiliki dampak positif terhadap pH tanah, ketersediaan unsur hara, dan aktivitas mikroba, yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Graber dkk., 2010; Hass dkk.,

2012). Biochar juga berpotensi meningkatkan kualitas tanah dan mengurangi masalah lingkungan, seperti mengurangi emisi karbon dioksida dan menstabilkan kontaminan tanah (Bruun dkk., 2013; Ahmed dkk., 2016; Rathnayake dkk., 2020). Selain itu, biochar telah dieksplorasi untuk potensi penggunaannya dalam pakan ternak, dengan penelitian yang mengevaluasi pengaruhnya terhadap daya cerna pakan dan produksi metana pada ternak (Winders et al., 2019).

Dalam budidaya tanaman, aplikasi biochar melibatkan pencampuran ke dalam media tanam untuk meningkatkan kualitas tanah melalui berbagai mekanisme. Biochar, karena porositasnya yang tinggi, membantu retensi air dan nutrisi di dalam tanah, yang sangat penting bagi tanaman yang ditanam di dalam polibag (Hagemann et al., 2017). Selain itu, biochar dapat meningkatkan aktivitas mikroba di dalam tanah, memfasilitasi proses dekomposisi dan ketersediaan unsur hara (Hossain et al., 2020). Biochar juga berperan dalam menyeimbangkan pH tanah, terutama pada tanah yang terlalu asam atau basa (Kuo et al., 2020). Selain itu, biochar juga berkontribusi dalam mengurangi emisi gas rumah kaca dengan menstabilkan karbon di dalam tanah (Jílková, 2023).

Dosis dan metode aplikasi biochar bergantung pada jenis tanah dan kebutuhan tanaman tertentu, dengan dosis yang direkomendasikan berkisar antara 1 hingga 10 ton per hektar, berdasarkan kualitas biochar dan kondisi tanah (Situmeang et al., 2018).

Secara ringkas, penggabungan biochar ke dalam media tanam menawarkan beberapa manfaat untuk budidaya tanaman, termasuk peningkatan retensi air dan nutrisi, peningkatan aktivitas mikroba, pengaturan pH, dan pengurangan emisi gas rumah kaca. Dosis dan aplikasi biochar harus disesuaikan dengan kebutuhan tanah dan tanaman tertentu untuk memaksimalkan keefektifannya.

Integrasi aplikasi biochar dan bokashi dalam budidaya kedelai dalam polibag merupakan penggabungan prinsip pertanian berkelanjutan dengan teknologi pertanian modern. Biochar, yang dikenal dengan kemampuannya untuk meningkatkan retensi air dan hara serta memperbaiki struktur tanah, dikombinasikan dengan bokashi, yang menyediakan unsur hara dan mikroorganisme yang bermanfaat, menciptakan kondisi yang ideal untuk pertumbuhan kedelai di dalam polibag (Widowati et al., 2020). Metode ini tidak hanya mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih sehat dan lebih produktif, tetapi juga berkontribusi pada pengelolaan sumber daya yang lebih efisien dan lingkungan yang lebih berkelanjutan (Widowati et al., 2020; Kustanti et al., 2020).

Terlihat bahwa kombinasi biochar dan bokashi dalam polibag dapat diadaptasi berdasarkan kondisi spesifik seperti jenis tanah, iklim, dan ketersediaan sumber daya lokal, sehingga memungkinkan petani untuk mengoptimalkan penggunaannya dalam berbagai skala budidaya. Pendekatan ini menawarkan solusi potensial untuk tantangan pertanian saat ini, termasuk keterbatasan lahan, degradasi tanah, dan perubahan iklim (Schulz & Glaser, 2012; Andayani dkk., 2023; Sales dkk., 2020; Kuboń dkk., 2021; Asfaw dkk., 2019; Faozi dkk., 2021). Studi oleh (Schulz & Glaser, 2012), (Andayani dkk., 2023), (Sales dkk., 2020), (Kuboń dkk., 2021), (Asfaw dkk., 2019), dan Faozi dkk. (2021) memberikan wawasan mengenai efek biochar dan bokashi terhadap kualitas tanah, pertumbuhan tanaman, dan emisi gas rumah kaca, yang menunjukkan potensi perubahan tersebut untuk meningkatkan keberlanjutan pertanian.

Lebih lanjut, penelitian oleh Reyes-Cabrera dkk. (2017) menekankan perlunya studi di masa depan untuk mengevaluasi tingkat biochar dan metode aplikasi dalam kondisi lapangan, yang mengindikasikan pentingnya aplikasi

praktis dan penilaian skala lapangan. Selain itu, studi oleh Latawiec dkk. (2021) menyoroti variabilitas sifat dan efisiensi biochar berdasarkan kondisi tanah, spesies tanaman, dan iklim, yang menekankan perlunya pendekatan yang disesuaikan untuk memaksimalkan manfaat biochar di berbagai kondisi pertanian.

Selain itu, penelitian Mehmood dkk. (2015) menunjukkan potensi biochar untuk memperbaiki keasaman tanah dan meningkatkan kapasitas adsorpsi hara, yang merupakan faktor penting untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hal ini sejalan dengan temuan (Andayani et al., 2023), yang bertujuan untuk menentukan jumlah bokashi dan biochar yang optimal untuk tanaman kedelai pada tanah yang kurang subur, yang mengindikasikan adanya potensi amandemen ini untuk mengatasi keterbatasan tanah dan meningkatkan produktivitas tanaman.

Berdasarkan uraian di atas, kombinasi biochar dan bokashi dalam polibag menawarkan strategi yang menjanjikan untuk meningkatkan keberlanjutan pertanian, mengurangi degradasi tanah, dan mengatasi tantangan pertanian modern. Namun, sangat penting untuk mempertimbangkan kondisi tanah dan iklim yang spesifik, serta aplikasi yang disesuaikan untuk memaksimalkan keefektifannya dalam konteks pertanian yang berbeda.

## **BAB IV**

# **INOVASI TEKNOLOGI BIOCHAR DAN BOKASHI YANG DIAPLIKASIKAN PADA TANAMAN KEDELAI DI LAHAN SUBOPTIMAL BASAH**

Penelitian ini dilakukan pada ketinggian 20 cm dari permukaan laut dengan lokasi di jalan Kampung Baru Desa Sungai Rengas, yang dilaksanakan dari April sampai Nopember 2022. Tahapan Penelitian ini terdiri atas :

### **1) Penyiapan Media Tumbuh**

Sebelumnya tanah yang akan digunakan di ayak dan di kering anginkan. Selanjutnya tanah dimasukkan ke dalam polybag.

### **2) Aplikasi Biochar**

Aplikasi biochar dilakukan 2 minggu sebelum tanam yaitu dengan mencampurkan biochar dengan tanah (media tumbuh) sesuai dosis pada taraf perlakuan.

### **3) Aplikasi Bokashi**

Bokashi diberikan dengan cara mencampurkannya dengan tanah (media tumbuh) yang dilakukan 7 hari sebelum tanam.

### **4) Penanaman**

Untuk penanaman, benih kedelai diseleksi terlebih dahulu selanjutnya rendam kedelai kedalam air (untuk melihat benih yang mengapung/benih hampa dan tenggelam/benih bernas) kemudian tiriskan benih bernas lalu taburkan inokulan (merk rhizoka) secara merata dengan dosis sesuai petunjuk di kemasan (usahakan tidak terkena cahaya matahari langsung), selanjutnya masukkan benih ke dalam polybag yang telah berisi tanah yaitu dengan membuat lubang tanam lalu masukkan benih dan timbun

perlahan, benih kedelai digunakan sebanyak 3 benih/polibag yang bertujuan sebagai cadangan jika ada benih yang rusak ataupun tidak tumbuh.

#### **5) Penyulaman**

Jika ada tanaman yang mati atau tidak tumbuh, dilakukan penyulaman.

#### **6) Seleksi Bibit**

Bibit yang tumbuh selanjutnya diseeksi dan dibiarkan 1 bibit yang pertumbuhannya sehat.

#### **7) Pemeliharaan**

Pemeliharaan yang dilakukan meliputi: penyiraman jika media tumbuh terlihat kering, jika ada gulma yang tumbuh dilakukan pencabutan, jika ada hama dan penyakit dikendalikan secara manual, jika jumlahnya tidak banyak, namun jika jumlahnya sangat banyak dapat digunakan pestisida organik.

#### **8) Pemanenan**

Pemanenan dilakukan pada umur 87 hari yaitu setelah 95% polong berubah warna menjadi kunig kecokelatan.

#### **9) Pengukuran Variabel Pengamatan**

Variabel pengamatan yang diukur:

A. Sifat Kimia dan fisika tanah awal (Kondisi sebelum aplikasi perlakuan)

B. pH tanah setelah aplikasi Biochar dan Bokashi

C. Variabel pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai:

1). Pengukuran tinggi tanaman (cm)

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan saat tanaman berumur 45 hari setelah tanam, yang dilakukan dari pangkal batang hingga titik tumbuh.

2) Jumlah cabang (cabang)

Caranya dengan menghitung seluruh cabang primer pada tanaman sebelum panen.



- 3) Jumlah daun (helai)  
Jumlah daun dihitung pada tanaman yang telah mengeluarkan bunga dengan menghitung jumlah daun yang telah membuka sempurna.
- 4) Jumlah polong pertanaman (polong)  
Perhitungan jumlah polong pertanaman dilakukan pada akhir penelitian yaitu dengan menghitung setiap tanaman yang menghasilkan polong.
- 5) Jumlah biji kering pertanaman (biji)  
Perhitungan jumlah biji kering dilakukan pada setiap tanaman yang menghasilkan biji.
- 6) Berat biji kering pertanaman (gram)  
Pengukuran berat biji kering pertanaman dilakukan dengan cara menimbang berat biji kering pertanaman pada setiap tanaman.
- 7) Berat 100 biji kering (gram)  
Pengukuran berat 100 biji kering dengan menimbang berat 100 biji kering pada setiap tanaman.

Berikut akan dijelaskan mengenai hasil dan pembahasan dari penelitian ini.

#### **A. Sifat Kimia dan fisika tanah awal (Kondisi sebelum aplikasi perlakuan)**

Pengamatan sifat kimia dan fisika tanah dilakukan dengan analisis laboratorium tanah awal sebelum aplikasi perlakuan, hal ini dilakukan untuk melihat kesuburan alami tanah tersebut. Berdasarkan hasil analisis tanah pada tabel 1 terlihat bahwa pH tanahnya 4,23 ini tergolong sangat masam, pada kondisi ini kedelai kurang baik pertumbuhannya, karena syarat tumbuh kedelai yang baik berada dikisaran pH 5,5-7. Untuk mendukung pertumbuhan yang baik serta serapan hara

yang optimal diperlukan upaya peningkatan pH dengan kegiatan penambahan amelioran (biochar sekam padi). Dari hasil analisis menunjukkan bahwa biochar sekam padi mengandung Kalium (0,55%), Kalsium (0,03), dan Magnesium (0,22), serta memiliki pH (6,99).

Kadar C-organik tanah penelitian sekitar 2,33 % ini tergolong sedang, sehingga tanah ini perlu penambahan bahan organik untuk meningkatkan kesuburan tanah, terutama dari biomassa/limbah pertanian setempat. Bahan organik tanah sangat berperan sebagai granulator, sumber hara NPS, sumber energi bagi mikroba, sehingga keberadaanya dalam tanah perlu dipertahankan dalam kondisi sedang sampai tinggi).

Kadar hara makro primer (NPK) berturut-turut nilainya 0,26 % (sedang) ; 63,56 ppm (sangat tinggi) , dan 0,24 cmol(+)/kg (rendah). Kadar hara makro sekunder yaitu Kalsium = 1,63 cmol(+)/kg (sangat rendah), dan Magnesium = 0,74 cmol(+)/kg (rendah) , sehingga secara umum dapat dikatakan perlu penambahan hara sesuai dosis anjuran untuk mempertahankan kesuburan tanah akibat terangkutnya unsur hara pada saat panen.

Nilai kejenuhan basa tanah penelitian awal adalah 33,45 %, secara umum nilai ini tergolong rendah [2]. Nilai kejenuhan basa 33,45 % ini berarti, sebagian besar (66,55 %) kompleks jerapan didominasi oleh kation asam ( $H^+$ ,  $Al^{3+}$ ) . Untuk mengurangi kelarutan kedua kation asam tersebut, maka dalam penelitian ini dilakukan penambahan biochar sekam padi, dimana dari hasil analisis biochar sekam padi.

Nilai KTK tanah sekitar 8,82 cmol(+)/kg, ini tergolong rendah hal ini mengindikasikan bahwa kemampuan tanah untuk menyerap dan mempertukarkan kation juga rendah, sehingga aplikasi biochar dan bokashi diharapkan dapat meningkatkan KTK tanah. Untuk mengetahui kriteria sifat-sifat tanah secara umum dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

**Tabel 1. Hasil analisis tanah awal (Tanah Alluvial)**

| No  | Parameter analisis            | Nilai               | Keterangan                               |
|-----|-------------------------------|---------------------|------------------------------------------|
| 1.  | pH H <sub>2</sub> O           | 4,32                | 1:5                                      |
| 2.  | C-Organik                     | 2,32 %              |                                          |
| 3.  | Nitrogen Total                | 0,26 %              |                                          |
| 4.  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 63,56 ppm           | Ekstraksi Bray I                         |
| 5.  | Kalsium                       | 1,63 (cmol(+))kg-1) | Ekstraksi NH <sub>4</sub> OAC 1N<br>pH:7 |
| 6.  | Magnesium                     | 0,74 (cmol(+))kg-1) | Ekstraksi NH <sub>4</sub> OAC 1N<br>pH:7 |
| 7.  | Kalium                        | 0,24 (cmol(+))kg-1) | Ekstraksi NH <sub>4</sub> OAC 1N<br>pH:7 |
| 8.  | Natrium                       | 0,34 (cmol(+))kg-1) | Ekstraksi NH <sub>4</sub> OAC 1N<br>pH:7 |
| 9.  | KTK                           | 8,82(cmol(+))kg-1)  | Ekstraksi NH <sub>4</sub> OAC 1N<br>pH:7 |
| 10. | Kejenuhan Basa                | 33,45 %             |                                          |
| 11. | Aluminium                     | 1,66 (cmol(+))kg-1) | Ekstraksi KCl 1N                         |
| 12. | Hidrogen                      | 1,29 (cmol(+))kg-1) | Ekstraksi KCl 1N                         |
| 13. | Tekstur :                     |                     |                                          |
|     | - Pasir                       | 6,00 %              |                                          |
|     | - Debu                        | 71,52 %             |                                          |
|     | - Liat                        | 22,48               |                                          |

Keterangan : Hasil analisis tanah (2022)

## **B. Komposisi kimia bahan pembuat biokompos dan biokompos matang**

Biochar yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari sekam padi yang dibuat dengan metode sederhana, sehingga mudah diterapkan oleh petani. Biochar yang sudah jadi dianalisis kandungan kimianya di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Universitas Tanjungpura, Pontianak. Hasil analisis kimia dapat dilihat pada tabel 2. Bokashi dibuat dengan bahan utama kotoran puyuh dan limbah tanaman padi yang kemudian ditambahkan sebagai decomposer

**Tabel 2. Komposisi Hara Biochar Sekam Padi, Pupuk Kandang Burung Puyuh, dan Bokashi**

| Analysis of parameters | Bahan pembuat bokashi |                            | Bokashi pupuk kandang burung puyuh yang sudah matang |
|------------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------------------------------------|
|                        | Biochar sekam padi    | Pupuk kandang burung puyuh |                                                      |
| pH                     | 7.23                  | 8.58                       | 8.66                                                 |
| C-organik (%)          | 41.28                 | 33.97                      | 35.69                                                |
| N-total (%)            | 0.46                  | 2.47                       | 3.75                                                 |
| C/N rasio              | 90.91                 | 13.75                      | 9.52                                                 |
| Phosphor (%)           | 1.02                  | 7.10                       | 4.06                                                 |
| Kalium (%)             | 0.55                  | 3.19                       | 1.84                                                 |

Sumber : Hasil analisis Laboratorium Universitas Tanjungpura (2022)

Hasil analisis pada tabel di atas mengenai karakteristik kimiawi atau kadar hara biokompos jika dibandingkan dengan persyaratan teknis pupuk organik berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019, terdapat empat parameter yang memenuhi kriteria yaitu pH, N total, Fosfor, dan rasio C/N, sedangkan kandungan C organik dan kandungan K tidak memenuhi baku mutu.

### **pH Tanah**

Aplikasi perlakuan biochar dilakukan 14 hari sebelum penanaman. Sedangkan perlakuan bokashi pupuk kandang burung puyuh dilakukan 7 hari sebelum tanam. Pengamatan pH setelah perlakuan dilakukan saat tanam. Dari hasil analisis keragaman terhadap pH saat tanam (pada tanaman kedelai) menunjukkan bahwa interaksi perlakuan biochar sekam padi dengan bokashi pupuk kandang berpengaruh nyata terhadap peningkatan pH. Apabila dilakukan uji lanjut dengan uji BNJ terlihat bahwa perlakuan b1s3 (bokashi 2,5 ton/ha dan biochar 7,5 ton/ha) berbeda nyata dengan perlakuan b1s1 (bokashi 2,5 ton/ha dan biochar 2,5 ton/ha),

Tabel 3. Uji BNJ pH tanah (14 hari setelah aplikasi biochar dan 7 hari setelah aplikasi biokompos)

| Perlakuan | pH   | beda |
|-----------|------|------|
| b1s1      | 4,80 | a    |
| b1s2      | 5,17 | abc  |
| b1s3      | 5,30 | bc   |
| b2s1      | 5,40 | c    |
| b2s2      | 5,23 | abc  |
| b2s3      | 5,30 | bc   |
| b3s1      | 5,33 | bc   |
| b3s2      | 5,17 | abc  |
| b3s3      | 5,37 | bc   |

Sumber : Hasil analisis data (2022)

### **Variabel Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai**

Tinggi tanaman kedelai diamati mulai dari fase vegetatif sampai fase generatif. Pada pengamatan tinggi tanaman kedelai umur 50 HST menunjukkan bahwa aplikasi biokompos 5 ton/ha atau setara 30 gram per polibag menunjukkan hasil tertinggi yaitu 71,87 cm, apabila tinggi ini dibandingkan dengan deskripsi tanaman kedelai varietas Detap-1 (SK Kementan No. 340/Kpts/TP.030/5/2017) yaitu 68,70 cm, berarti tinggi tanaman kedelai dalam penelitian ini sudah melampaui deskripsi tanaman.

Pengaruh perlakuan terhadap jumlah daun menunjukkan bahwa aplikasi biokompos sebanyak 30 dan 45 gram per polibag berbeda nyata terhadap perlakuan 15 gram per polibag, dimana perlakuan b3 menghasilkan rata-rata tertinggi yaitu 26,26 helai daun namun angka ini tidak

berbedanya nyata dengan b2 yang menghasilkan 26,15 helai daun.

Pengaruh perlakuan terhadap jumlah cabang tanaman kedelai menunjukkan bahwa aplikasi biokompos sebanyak 30 dan 45 gram per polibag berbeda nyata terhadap perlakuan 15 gram per polibag, dimana perlakuan b3 menghasilkan rata-rata tertinggi jumlah cabang yaitu 4,52 namun angka ini tidak berbedanya nyata dengan b2 yang menghasilkan jumlah cabang 4,44. Apabila jumlah cabang ini dibandingkan dengan deskripsi tanaman yang berjumlah 3-6 cabang, hal ini menunjukkan bahwa aplikasi perlakuan b2 dan b3 sudah menghasilkan jumlah cabang yang berada di dalam rentang angka deskripsi tanaman.

Pengaruh perlakuan terhadap berat kering biji per tanaman menunjukkan bahwa perlakuan b2 dan b3 berbeda nyata dengan perlakuan b1, dimana perlakuan b3 menghasilkan berat biji kering tertinggi yaitu 9,92 gram disusul b2 dengan berat 8,32 gram/tanaman.

Tabel 4 Pertumbuhan dan hasil Tanaman Kedelai

| Perlakuan | Variabel tanaman kedelai        |                                 |                                    |                                      |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
|           | Tinggi tanaman umur 50 HST (cm) | Jumlah daun umur 63 HST (helai) | Jumlah cabang umur 63 HST (cabang) | Hasil biji kering per tanaman (gram) |
| b1        | 56,08 a                         | 19,85 a                         | 3,93 a                             | 4,33 a                               |
| b2        | 71,87 b                         | 26,15 b                         | 4,44 b                             | 8,32 b                               |
| b3        | 67,74 b                         | 26,26 b                         | 4,52 b                             | 9,62 b                               |

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada BNJ 5%

## **BAB VI PENUTUP**

### **A. Kesimpulan**

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi perlakuan biochar sekam padi dengan bokashi pupuk kandang berpengaruh nyata terhadap peningkatan pH. Apabila dilakukan uji lanjut dengan uji BNJ terlihat bahwa perlakuan b1s3 (bokashi 2,5 ton/ha dan biochar 7,5 ton/ha) berbeda nyata dengan perlakuan b1s1 (bokashi 2,5 ton/ha dan biochar 2,5 ton/ha),

Pada pengamatan tinggi tanaman kedelai umur 50 HST menunjukkan bahwa aplikasi bokashi 5 ton/ha atau setara 30 gram per polibag menunjukkan hasil tertinggi yaitu 71,87 cm, apabila tinggi ini dibandingkan dengan deskripsi tanaman kedelai varietas Detap-1 (SK Kementan No. 340/Kpts/TP.030/5/2017) yaitu 68,70 cm, berarti tinggi tanaman kedelai dalam penelitian ini sudah melampaui deskripsi tanaman.

Pengaruh perlakuan terhadap jumlah daun menunjukkan bahwa aplikasi bokashi sebanyak 30 dan 45 gram per polibag berbeda nyata terhadap perlakuan 15 gram per polibag, dimana perlakuan b3 menghasilkan rata-rata tertinggi yaitu 26,26 helai daun namun angka ini tidak berbedanya nyata dengan b2 yang menghasilkan 26,15 helai daun.

Pengaruh perlakuan terhadap jumlah cabang tanaman kedelai menunjukkan bahwa aplikasi bokashi sebanyak 30 dan 45 gram per polibag berbeda nyata terhadap perlakuan 15 gram per polibag, dimana perlakuan b3 menghasilkan rata-rata tertinggi jumlah cabang yaitu 4,52 namun angka ini tidak berbedanya nyata dengan b2 yang menghasilkan jumlah cabang 4,44. Apabila jumlah cabang ini dibandingkan dengan deskripsi tanaman yang berjumlah 3-6 cabang, hal ini menunjukkan bahwa aplikasi perlakuan b2 dan b3 sudah menghasilkan jumlah cabang



yang berada di dalam rentang angka deskripsi tanaman.

Pengaruh perlakuan terhadap berat kering biji per tanaman menunjukkan bahwa perlakuan b2 dan b3 berbeda nyata dengan perlakuan b1, dimana perlakuan b3 menghasilkan berat biji kering tertinggi yaitu 9,92 gram disusul b2 dengan berat 8,32.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, D., Pambudi, S., & Ardiansyah, S. (2023). Produksi biodiesel.. <https://doi.org/10.31219/osf.io/k9c86>
- Adetiya, N., Hutapea, S., & Suswati, S. (2017). Pertumbuhan dan produksi tanaman cabai merah (*capsicum annum* l.) bermikoriza dengan aplikasi biochar dan pupuk kimia. *Agrotekma Jurnal Agroteknologi Dan Ilmu Pertanian*, 1(2), 126. <https://doi.org/10.31289/agr.v1i2.1130>
- Agviolita, P., Yushardi, Y., & Anggraeni, F. (2021). Pengaruh perbedaan biochar terhadap kemampuan menjaga retensi pada tanah. *Jurnal Fisika Unand*, 10(2), 267-273. <https://doi.org/10.25077/jfu.10.2.267-273.2021>
- Aldillah, R. (2019). Dinamika perubahan harga padi jagung kedelai serta implikasinya terhadap pendapatan usaha tani. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 36(1), 23. <https://doi.org/10.21082/fae.v36n1.2018.23-44>
- Andayani, S., Hayat, E., & Mursalin, A. (2023). Effect of bokashi quail manure and rice husk biochar on soil ph and soybean plants growth. *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*, 1160(1), 012023. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1160/1/012023>
- Andriani, E., Wahyudi, J., Elfianty, L., & Widawati, L. (2021). Pemanfaatan sampah organik dalam produksi pupuk bokashi di gabungan kelompok tani rinjani kecamatan singaran pati kota bengkulu. *Abdihaz Jurnal Ilmiah Pengabdian Pada Masyarakat*, 3(1), 29. <https://doi.org/10.32663/abdihaz.v3i1.1765>
- Anggraini, S. (2019). Rekayasa produksi biodiesel dari minyak kemiri sunan (*reutialis trisperma* oil) sebagai alternatif bahan bakar mesin diesel. *Jati Unik Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, 2(1), 1-13. <https://doi.org/10.30737/jatiunik.v2i1.272>

- Ansar, M. and Darman, S. (2020). Application of bokashi fertilizer and duration of water supply to increase growth, yields, and quality of shallot in dryland. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 15(5), 711-719. <https://doi.org/10.18280/ijдне.150513>
- Asnawi, R. and Mejaya, M. (2016). Analisis keunggulan kompetitif ubikayu terhadap jagung dan kedelai di kabupaten lampung tengah. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 35(3), 209. <https://doi.org/10.21082/jpntp.v35n3.2016.p209-215>
- Asyhari, M., Palupi, N., & Faridah, D. (2018). Karakteristik kimia konjugat isolat protein kedelai-laktosa yang berpotensi dalam penurunan alergenitas. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 29(1), 39-48. <https://doi.org/10.6066/jtip.2018.29.1.39>
- Ayaz, M., Feizienė, D., Tilvikienė, V., Akhtar, K., Stulpinaitė, U., & Iqbal, R. (2021). Biochar role in the sustainability of agriculture and environment. *Sustainability*, 13(3), 1330. <https://doi.org/10.3390/su13031330>
- Burhansyah, R. and Masulili, A. (2020). Pengaruh biochar dan pupuk organik terhadap produktivitas padi pada lahan sawah tadah hujan kabupaten mempawah provinsi kalimantan barat. *Jurnal Pengkajian Dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 22(2), 161. <https://doi.org/10.21082/jpntp.v22n2.2019.p175-188>
- Dharmawan, A., Gofur, A., & Novitasari, D. (2021). Efek penambahan bungkil kedelai pada pakan terhadap pertambahan berat kelinci (*oryctolagus cuniculus*). *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience -Tropic)*, 6(2), 64-71. <https://doi.org/10.33474/e-jbst.v6i2.391>
- Disniwati, E., Khalil, M., & Fikrinda, F. (2021). Status karbon organik dan nitrogen total tanah serta pertumbuhan jagung (*zea mays l.*) akibat aplikasi fungi selulolitik indigenous dan jerami padi pada inceptisol aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(4), 664-670. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v6i4.18437>

- Edi, D. (2021). Bahan pakan alternatif sumber energi untuk substitusi jagung pada unggas (ulasan). *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 23(1), 43. <https://doi.org/10.25077/jpi.23.1.43-61.2021>
- Faizaty, N., Rifin, A., & Tinaprilla, N. (2016). Proses pengambilan keputusan adopsi inovasi teknologi budidaya kedelai jenuh air (kasus: labuhan ratu enam, lampung timur). *Agraris Journal of Agribusiness and Rural Development Research*, 2(2), 97-106. <https://doi.org/10.18196/agr.2230>
- Garuda, S., Baliadi, Y., & Lestari, M. (2017). Pengembangan kedelai di papua : potensi lahan, strategi pengembangan dan dukungan kebijakan. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 36(1), 47. <https://doi.org/10.21082/jp3.v36n1.2017.p47-58>
- Hambakodu, M. and Ina, Y. (2019). Evaluasi pencernaan in vitro bahan pakan hasil samping agro industri. *Jurnal Agripet*, 19(1), 7-12. <https://doi.org/10.17969/agripet.v19i1.12953>
- Hata, F., Ventura, M., Fregonezi, G., & Lima, R. (2021). Bokashi, boiled manure and penergetic applications increased agronomic production variables and may enhance powdery mildew severity of organic tomato plants. *Horticulturae*, 7(2), 27. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7020027>
- Heryani, U. and Hidayat, B. (2018). The utilization of some of biochar to retain n-total in inceptisols. *Jurnal Pertanian Tropik*, 5(3), 374-381. <https://doi.org/10.32734/jpt.v5i3.3103>
- Hidayat, T., Koesmaryono, Y., Impron, I., & Ghulamahdi, M. (2020). Canopy microclimate modification with reflective mulches under oil palm and its role to soybean growth. *Agromet*, 34(1), 1-10. <https://doi.org/10.29244/j.agromet.34.1.1-10>
- Hindersah, R., Yuwariah, Y., Kalay, A., & Harsono, d. (2019). Peran eksopolisakarida azotobacter dan bahan organik untuk meningkatkan nodulasi dan biomassa kedelai pada dua ordo tanah. *Indonesian Journal of Agronomy*, 47(2), 156-162. <https://doi.org/10.24831/jai.v47i2.23328>

- Hranovska, L., Reznichenko, N., & Poř, C. (2023). Weediness of soybean (glycine max) crops under different systems of main tillage and green manuring. *Agroecological Journal*, (1), 127-135. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2023.276737>
- Istiningrum, R., Nurrokhmah, H., & Wahyuni, A. (2018). Analisis komposisi biodiesel hasil konversi minyak biji carica (carica pubescens) menggunakan enzim lipase bekatul. *Ijca (Indonesian Journal of Chemical Analysis)*, 1(01). <https://doi.org/10.20885/ijca.vol1.iss1.art1>
- Jeffery, S., Ábalos, D., Prodana, M., Bastos, A., Groenigen, J., Hungate, B., ... & Verheijen, F. (2017). Biochar boosts tropical but not temperate crop yields. *Environmental Research Letters*, 12(5), 053001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa67bd>
- Kambire, F., Ouedraogo, R., Sangare, S., & Ganame, N. (2023). Valorizing degraded lands using innovative biofertilisers for tomato cropping: response to bokashi, efficient microorganisms and compost in the sudanese zone of burkina faso (bobo-dioulasso). *International Journal of Advanced Research*, 11(01), 135-146. <https://doi.org/10.21474/ijar01/16000>
- Kariyasa, I. (2016). Potensi dampak kebijakan harga dalam mendorong penerapan teknologi anjuran dan peningkatan produksi kedelai. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 13(2), 167. <https://doi.org/10.21082/akp.v13n2.2015.167-184>
- Kharis, N., Sutjahjono, H., Arbiantara, H., Setyawan, D., & Ilminnafik, N. (2019). Karakteristik biodiesel dari minyak biji randu (ceiba pentandra) dengan proses transesterifikasi menggunakan katalis naoh. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 12(1), 37. <https://doi.org/10.24843/jem.2019.v12.i01.p07>
- Kurniati, D. (2015). Analisis risiko usahatani kedelai di kecamatan jawai selatan kabupaten sambas. *Jurnal Manajemen Motivasi*, 10(2), 317. <https://doi.org/10.29406/jmm.v10i2.24>

- Kurnia, R. and Nurahmah, I. (2021). Effisiensi teknis usahatani kedelai pada lahan sawah dan darat di kecamatan jatiwaras. *Mimbar Agribisnis Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 7(1), 233. <https://doi.org/10.25157/ma.v7i1.4483>
- Lestari, P., Faridah, E., & Koranto, C. (2017). Pengaruh legum penutup tanah terhadap pertumbuhan semai mahoni (*swietenia macrophylla*) pada tanah marginal. *Jurnal Nasional Teknologi Terapan (Jntt)*, 1(1), 60. <https://doi.org/10.22146/jntt.34087>
- Lew, P., Ibrahim, N., Kamarudin, S., Thamrin, N., & Misnan, M. (2021). Optimization of bokashi-composting process using effective microorganisms-1 in smart composting bin. *Sensors*, 21(8), 2847. <https://doi.org/10.3390/s21082847>
- Lima, C., Fontenelle, M., Silva, L., Soares, D., Moita, A., Zandonadi, D., ... & Lopes, C. (2015). Short-term changes in fertility attributes and soil organic matter caused by the addition of em bokashis in two tropical soils. *International Journal of Agronomy*, 2015, 1-9. <https://doi.org/10.1155/2015/754298>
- Liu, M., Ma, S., Ma, Q., Guo, J., Wang, F., & Wang, L. (2022). Effects of biochar with inorganic and organic fertilizers on agronomic traits and nutrient absorption of soybean and fertility and microbes in purple soil. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.871021>
- Lyon, S., Fischer, B., Morillas, L., Conejo, J., Sánchez-Murillo, R., Serrano, A., ... & Johnson, M. (2022). On the potential of biochar soil amendments as a sustainable water management strategy. *Sustainability*, 14(12), 7026. <https://doi.org/10.3390/su14127026>
- Maftu'ah, E. and Nursyamsi, D. (2015). Potensi berbagai bahan organik rawa sebagai sumber biochar.. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010417>

- Manickam, T., Cornelissen, G., Bachmann, R., Ibrahim, I., Mulder, J., & Hale, S. (2015). Biochar application in malaysian sandy and acid sulfate soils: soil amelioration effects and improved crop production over two cropping seasons. *Sustainability*, 7(12), 16756-16770. <https://doi.org/10.3390/su71215842>
- Marwanto, S., Ariani, R., Haryati, U., & Irawan, I. (2021). Perbaikan sifat tanah dan hasil kedelai (glycine max) dengan pemberian amelioran biochar dan pupuk kandang di lahan sawah tadah hujan. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 45(1), 59. <https://doi.org/10.21082/jti.v45n1.2021.59-67>
- Maulana, D. and Suswana, S. (2018). The organic fertilizers residuals and earthworm introduction on growth and yield of upland rice. *Agrotechnology Research Journal*, 2(2), 63. <https://doi.org/10.20961/agrotechresj.v2i2.24726>
- Mayly, S. (2022). Karakteristik proses pengomposan biochar. *Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan*, 10(2), 86-91. <https://doi.org/10.47662/alulum.v10i2.238>
- Messina, M. (2022). Perspective: soybeans can help address the caloric and protein needs of a growing global population. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.909464>
- Mokoolang, S., Abudi, A., Pomolango, R., & Fahrullah, F. (2023). Performance of kampung unggul balitnak (kub) chickens with the additions of soya flour in the diet. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(2), 23-28. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i2.4707>
- Murcitro, B., Pujiwati, H., & Tutuarima, T. (2022). Percontohan budidaya kedelai hitam di lahan sawah desa kemumu dan olahan hasilnya. *Peduli Jurnal Ilmiah Pengabdian Pada Masyarakat*, 5(2), 37-46. <https://doi.org/10.37303/peduli.v5i2.360>
- Musaad, I., Noya, A., Naa, M., & Bless, A. (2020). Status ketersediaan fosfor dan penyerapannya oleh kedelai (glycine max l. merril) akibat pemberian amelioran pada ultisol warmare. *Agrotek*, 8(2), 1-13. <https://doi.org/10.46549/agrotek.v8i2.196>

- Nair, V., Nair, P., Dari, B., Freitas, A., Chatterjee, N., & Pinheiro, F. (2017). Biochar in the agroecosystem–climate-change–sustainability nexus. *Frontiers in Plant Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02051>
- Nasrah, m. (2020). Peran penyuluh pertanian lapangan (ppl) dalam kegiatan kelompok tani di kecamatan gerung kabupaten lombok barat. *Agroteksos Agronomi Teknologi Dan Sosial Ekonomi Pertanian*, 29(1), 25. <https://doi.org/10.29303/agroteksos.v29i1.201>
- Nkhuwa, H., Kuntashula, E., Kalinda, T., & Chishala, B. (2020). Effects of soil organic resource management practices on crop productivity and household income in chipata district of zambia. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, 14(4), 98-109. <https://doi.org/10.5897/jaerd2020.1181>
- Nurjanah, R., Indradewa, D., & Irwan, S. (2022). The effect of corncob biochar application and dose reduction of n, p, k fertilizer on growth and yield of soybean (*glycine max l.*) in regosol soil, bantul, yogyakarta. *Ilmu Pertanian (Agricultural Science)*, 7(3), 160. <https://doi.org/10.22146/ipas.72231>
- Osborne, S., Mills, G., Hayes, F., Ainsworth, E., B ker, P., & Emberson, L. (2016). Has the sensitivity of soybean cultivars to ozone pollution increased with time? an analysis of published dose–response data. *Global Change Biology*, 22(9), 3097-3111. <https://doi.org/10.1111/gcb.13318>
- Patriani, P. (2022). Bokashi application for organic farming in manuk mulia village, karo district. *Journal of Saintech Transfer*, 5(1), 40-48. <https://doi.org/10.32734/jst.v5i1.8851>
- Palupi, B., Rahmawati, I., Rizkiana, M., Nor, M., & Ilham, M. (2022). Pemberdayaan ukm industri tempe melalui pengolahan limbah kulit ari kedelai menjadi tepung kaya serat di desa jambesari kab. bondowoso. *Dedikasi Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2), 82-90. <https://doi.org/10.31479/dedikasi.v2i2.157>



- Perwita, A. and Saptana, n. (2020). Peran wirausaha pertanian dalam menghadapi era disrupsi inovasi. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 37(1), 41. <https://doi.org/10.21082/fae.v37n1.2019.41-58>
- Phooi, C., Azman, E., & Ismail, R. (2022). Role of organic manure bokashi improving plant growth and nutrition: a review. *Sarhad Journal of Agriculture*, 38(4). <https://doi.org/10.17582/journal.sja/2022/38.4.1478.1484>
- Prasongko, C., Ramdani, F., & Mufrodi, Z. (2019). Simulasi optimasi reactive distillation untuk membuat bioaditif (triasetin) dari gliserol dan asam asetat dengan katalis asam sulfat menggunakan software aspen plus. *Chemica Jurnal Teknik Kimia*, 5(2), 57. <https://doi.org/10.26555/chemica.v5i2.13000>
- Pujiwati, H., Romeida, A., Widodo, W., Suryati, D., Prasetyo, P., Prameswari, W., ... & Susilo, E. (2023). Aplikasi jenis kompos dan dosis pupuk npk terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai di entisol bengkulu. *Agrosainstek Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pertanian*, 7(1), 1-7. <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v7i1.251>
- Puspita, V., Syakur, S., & Darusman, D. (2021). Karakteristik biochar sekam padi pada dua temperatur pirolisis. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(4), 732-739. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v6i4.18404>
- Quiroz, M. and Céspedes, C. (2019). Bokashi as an amendment and source of nitrogen in sustainable agricultural systems: a review.. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 19(1), 237-248. <https://doi.org/10.1007/s42729-019-0009-9>
- Rahayu, R., Saidi, D., & Herlambang, S. (2020). Pengaruh biochar tempurung kelapa dan pupuk kandang sapi terhadap sifat kimia tanah dan produksi tanaman sawi pada tanah pasir pantai. *Jurnal Tanah Dan Air (Soil and Water Journal)*, 16(2), 69. <https://doi.org/10.31315/jta.v16i2.3985>

- Rahmat, F., Mayani, N., & Zuyasna, Z. (2018). Uji daya hasil kedelai (glycine max (l.) merrill) varietas kipas merah mutan generasi ke-3 (m3) di kebun percobaan fakultas pertanian. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 3(2), 31-42. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v3i2.7477>
- Rasheed, A., Raza, A., Jie, H., Mahmood, A., Ma, Y., Zhao, L., ... & Jie, Y. (2022). Molecular tools and their applications in developing salt-tolerant soybean (glycine max l.) cultivars. *Bioengineering*, 9(10), 495. <https://doi.org/10.3390/bioengineering9100495>
- Rini, E. and Sugiyanta, S. (2022). Humic compound application against soil quality improvement and enhancement of pepper plant growth. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 24(1), 49-54. <https://doi.org/10.31186/jipi.24.1.49-54>
- Ruminta, R., Irwan, A., Nurmala, T., & Ramadayanty, G. (2020). Analisis dampak perubahan iklim terhadap produksi kedelai dan pilihan adaptasi strategisnya pada lahan tadah hujan di kabupaten garut. *Kultivasi*, 19(2). <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i2.27998>
- Safitri, I., Setiawati, T., & Bowo, C. (2018). Biochar dan kompos untuk peningkatan sifat fisika tanah dan efisiensi penggunaan air. *Techno Jurnal Penelitian*, 7(01), 116. <https://doi.org/10.33387/tk.v7i01.611>
- Salahuddin, S., Malik, N., & Hariyanto, H. (2022). Peran wanita tani dalam usahatani cengkeh di desa baho bubu kecamatan wawonii timur laut kabupaten konawe kepulauan. *Jurnal Ilmiah Inovasi Dan Komunikasi Pembangunan Pertanian*, 1(3), 21. <https://doi.org/10.56189/jiikpp.v1i3.27998>
- Sales, B., Bryla, D., Trippe, K., Weiland, J., Strik, B., & Sullivan, D. (2020). Amending sandy soil with biochar promotes plant growth and root colonization by mycorrhizal fungi in highbush blueberry. *Hortscience*, 55(3), 353-361. <https://doi.org/10.21273/hortsci14542-19>
- Saptana, n. (2016). Konsep efisiensi usahatani pangan dan implikasinya bagi peningkatan produktivitas. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 30(2), 109. <https://doi.org/10.21082/fae.v30n2.2012.109-128>

- Saputri, B., Sofyan, A., & Wahdah, R. (2020). Pengaruh biochar tandan kosong kelapa sawit dan mikoriza arbuskular terhadap pertumbuhan tanaman cabai hiyung (*capsicum frutescens* l.) pada tanah ultisol. *Envirosciencieae*, 16(2), 168. <https://doi.org/10.20527/es.v16i2.9647>
- Santi, L. (2020). Pemanfaatan biochar asal cangkang kelapa sawit untuk meningkatkan serapan hara dan sekuestrasi karbon pada media tanah lithic hapludults di pembibitan kelapa sawit. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 41(1), 9. <https://doi.org/10.21082/jti.v41n1.2017.9-16>
- Sarifa, S., Badaruddin, R., & Napirah, A. (2023). Pengaruh pemberian tepung kulit ari biji kedelai hasil fermentasi terhadap performa puyuh (*coturnix – coturnix japonica*) umur 3 – 7 minggu. *Jurnal Ilmiah Peternakan Halu Oleo*, 5(2), 157. <https://doi.org/10.56625/jipho.v5i2.33122>
- Siregar, M. and Sumaryanto, n. (2016). Analisis daya saing usahatani kedelai di das brantas. *Jurnal Agro Ekonomi*, 21(1), 50. <https://doi.org/10.21082/jae.v21n1.2003.50-71>
- Situmeang, Y., Adnyana, I., Subadiyasa, I., & Merit, I. (2018). Effectiveness of bamboo biochar combined with compost and npk fertilizer to improved soil quality and corn yield. *International Journal on Advanced Science Engineering and Information Technology*, 8(5), 2241. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.8.5.2179>
- Situmeang, Y. and Sudita, I. (2021). Pkm pengolahan limbah ternak menjadi biochar. *Postgraduated Community Service Journal*, 2(2), 63-70. <https://doi.org/10.22225/pcsj.2.2.2021.63-70>
- Styawan, F., Darwanto, D., & Waluyati, L. (2016). Permintaan kedelai pada industri rumah tangga tahu di kabupaten sleman. *Agro Ekonomi*, 27(2), 215. <https://doi.org/10.22146/jae.22932>
- Sudaryanto, T., Rusastra, I., & Saptana, n. (2016). Perspektif pengembangan ekonomi kedelai di indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 19(1), 1. <https://doi.org/10.21082/fae.v19n1.2001.1-20>

- Susanti, A., Airlangga, P., Fauzi, M., Hidayatullah, F., & Naimah, S. (2022). Pemanfaatan limbah jagung dan kedelai untuk pakan ternak ruminansia di desa jatiwates kecamatan tembelang jombang. *Jumat Pertanian Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(1), 39-44. <https://doi.org/10.32764/abdimasper.v3i1.2459>
- Suminartika, E. (2020). Penggunaan input yang optimal pada usaha tani kedelai (suatu kasus di desa sukahurip, kecamatan pangatikan, kabupaten garut, jawa barat). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(4), 556-563. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.4.556>
- Swastika, D. (2016). Kinerja produksi dan konsumsi serta prospek pencapaian swasembada kedelai di indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 33(2), 149. <https://doi.org/10.21082/fae.v33n2.2015.149-160>
- Takakai, F., Kikuchi, T., Sato, T., Takeda, M., Kanamaru, S., Aono, Y., ... & Kaneta, Y. (2022). Nitrogen budget in a paddy-upland rotation field with soybean cultivation.. <https://doi.org/10.5772/intechopen.103023>
- Tanjung, H., Wahyuni, S., & Ifdal, I. (2020). Peran penyuluh pertanian dalam budidaya padi salibu di kabupaten tanah datar provinsi sumatera barat. *Jurnal Agrisep Kajian Masalah Sosial Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis*, 19(2), 229-240. <https://doi.org/10.31186/jagrisep.19.2.229-240>
- Tiwari, A., Kaur, P., Ganie, S., Raza, A., Roorkiwal, M., Mir, R., ... & Varshney, R. (2022). The key to the future lies in the past: insights from grain legume domestication and improvement should inform future breeding strategies. *Plant and Cell Physiology*, 63(11), 1554-1572. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcac086>
- Trifunovic, B., Gonzales, H., Ravi, S., Sharratt, B., & Mohanty, S. (2018). Dynamic effects of biochar concentration and particle size on hydraulic properties of sand. *Land Degradation and Development*, 29(4), 884-893. <https://doi.org/10.1002/ldr.2906>

- Usman, N., Monde, A., & Hasanah, U. (2018). The effect of soil water content and gamal bokashi on vegetative growth of sweet corn (*zea mays saccharata*). *Agroland the Agricultural Sciences Journal (E-Journal)*, 4(2), 112. <https://doi.org/10.22487/j24077593.2017.v4.i2.9676>
- Vollmann, J. (2016). Soybean versus other food grain legumes: a critical appraisal of the united nations international year of pulses 2016. *Die Bodenkultur Journal of Land Management Food and Environment*, 67(1), 17-24. <https://doi.org/10.1515/boku-2016-0002>
- Wahab, A., Adnan, A., Sarjoni, S., & Karimuna, S. (2019). Kajian paket pemupukan terhadap usahatani kedelai pada lahan kering sulawesi tenggara. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 3(1), 32. <https://doi.org/10.21082/jpptp.v3n1.2019.p32-34>
- Wang, M., Liu, D., Wang, Z., & Li, Y. (2023). Structural evolution of global soybean trade network and the implications to china. *Foods*, 12(7), 1550. <https://doi.org/10.3390/foods12071550>
- Widowati, W., Pudjiastuti, A., & Sa'diyah, A. (2020). Introduksi teknologi biochar untuk memperbaiki lahan kritis milik petani wilayah magersari di kabupaten tuban, propinsi jawa timur. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 26(3), 124. <https://doi.org/10.24114/jpkkm.v26i3.17625>
- Widyantika, S. and Priyono, S. (2019). Effect of high doses of rice husk biochar on soil physical properties and growth of maize on a typic kanhapludult. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 06(01), 1157-1163. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2019.006.1.14>
- Winarsih, E., Hikamah, S., & Sudiarti, D. (2022). E effectiveness of bokashi chicken stool on hybrid corn productivity ( *zea mays* l). *Bioedukasi*, 20(2), 12. <https://doi.org/10.19184/bioedu.v20i2.29266>
- Wiradjaja, F. and Yunita, O. (2021). Karakterisasi morfologis dan molekuler varietas kedelai (*glycine max*) untuk identifikasi bahan baku obat tradisional indonesia. *Jfionline | Print Issn 1412-1107 | E-Issn 2355-696x*, 13(2), 154-164. <https://doi.org/10.35617/jfionline.v13i2.123>

Yulia, Y., Baga, L., & Tinaprilla, N. (2017). Peran dan strategi pengembangan subsektor peternakan dalam pembangunan kabupaten agam sumatera barat. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 3(2), 159. <https://doi.org/10.29244/jai.2015.3.2.159-176>

## **BIODATA PENULIS**



**Ir. Sri Andayani, M.MA.**

Dosen Program Studi Agroteknologi  
Fakultas Pertanian, Sains dan Teknologi  
Universitas Panca Bhakti

Penulis lahir di Pontianak tanggal 16 September 1968. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Sains dan Teknologi Universitas Panca Bhakti sejak tahun 1993. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura dan menyelesaikan S2 pada Jurusan Manajemen Agribisnis Universitas Tanjungpura. Penulis telah menyusun buku tentang pemanfaatan limbah untuk pertanian dengan judul : Pengendalian Limbah Industri (2023).

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: [sriandayani@upb.ac.id](mailto:sriandayani@upb.ac.id)

## BIODATA PENULIS



### **Ir. Edy Syafril Hayat, MP**

Dosen Program Studi Agroteknologi  
Fakultas Pertanian, Sains dan Teknologi  
Universitas Panca Bhakti

Penulis lahir di Sambas tanggal 5 Mei 1968. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Sains dan Teknologi Universitas Panca Bhakti sejak tahun 1993 . Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura dan menyelesaikan S2 pada Program Studi Ilmu Tanah Universitas Padjadjaran dengan Bidang Kajian Utama Kesuburan Tanah dan Gizi Tanaman. Telah melakukan beberapa penelitian terkait pemanfaatan bahan pembenah tanah pada lahan suboptimal sejak tahun 2014. Ditahun 2023 melakukan penelitian yang dibiayai oleh Kemdikbud melalui DRTPM dalam Penelitian Fundamental Reguler (PFR), dengan judul : Kajian Efisiensi Hara dan Hasil Jagung-Kedelai Pada Sistem Tumpangsari Akibat Aplikasi Biokompos di Lahan Suboptimal Basah.



## BIODATA PENULIS



**Adi Mursalin,SE,MM,CPHCM,CPHRM,CSEP**

Dosen Program Studi Manajemen

Fakultas Ekonomi Dan Bisnis

Universitas Panca Bhakti

Penulis memiliki latar belakang akademis dan profesional yang luas dan terhormat di bidang Manajemen, khususnya Manajemen Pemasaran. Lahir di Pontianak pada tanggal 2 Juli 1966. Dosen tetap di Jurusan Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Panca Bhakti (UPB) sejak tahun 1993. Bidang keahlian: Manajemen Pemasaran. Mengajar di Kelas Internasional Jurusan Manajemen FEB Universitas Tanjungpura dan Akademi Manajemen Panca Bhakti, Pontianak. Telah melakukan penelitian tentang Pemberdayaan UMKM di Kayong Utara (2021) dan Penyusunan Klaster Komoditas Unggulan Daerah Sanggau (2023). Menulis berbagai buku di bidang manajemen pemasaran dan Bahasa Inggris, termasuk "English for Business; English For Accounting; English for Economics; Manajemen Pemasaran 1; Analisis Lingkungan Bisnis; Perilaku Konsumen ; Strategi dan Sinergi Merajuk Keberhasilan dengan Manajemen Rantai Pasokan; English for Agriculture; berkonsumsi dengan kesadaran (Pemahaman Perilaku Konsumen dalam islam): Manajemen pemasaran islam; E-Marketing; Matematika Bisnis : Kunci keberhasilan dalam Dunia Kerja; dan lai-lain

## **BIODATA PENULIS**



### **Johansyah, SP**

Alumni Program Studi Agroteknologi  
Fakultas Pertanian, Sains dan Teknologi  
Universitas Panca Bhakti

Penulis lahir di Pontianak tanggal 21 Mei 1996. Penulis adalah alumni pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Sains dan Teknologi Universitas Panca Bhakti sejak tahun 2019 . Selama ini terjun langsung sebagai praktisi lapangan di bidang budidaya tanaman pangan dan hortikultura. Penulis juga aktif sebagai tenaga teknis lapangan dalam berbagai kegiatan penelitian yang dilakukan oleh Dosen Fakultas Pertanian, Sains dan Teknologi Universitas Panca Bhakti