

BIOPROSPEKSI LIMBAH TERNAK DAN DOMESTIK PUPUK ORGANIK CAIR SERBAGUNA

Panduan pemula untuk membuat pupuk organik sederhana dengan memanfaatkan limbah urin ternak dan domestik

Limbah organik merupakan sampah sisa produksi yang mengandung bahan – bahan yang dapat menimbulkan polusi dan dapat mengganggu kesehatan. Namun, saat ini teknologi fermentasi mulai berkembang untuk menjadikan limbah organik tersebut menjadi produk pupuk yang berguna bagi sektor pertanian. Kandungan unsur hara seperti karbon (C) dan nitrogen (N) pada beberapa jenis limbah organik seperti urin kambing dan air cucian beras memiliki kadar rasio C/N yang tinggi sehingga sangat membantu dalam menunjang perbaikan unsur hara tanah maupun meningkatkan produktivitas tanaman. Buku ini membahas segala hal mulai dari penjelasan umum hingga hasil beberapa riset terkait pemanfaatan urin kambing dan limbah domestik (air cucian beras, air kolam, akar bambu). Tidak hanya itu, buku ini juga menyajikan proses pembuatan biourin sebagai biopestisida hayati, pengisolasian jamur *Trichoderma* sp. dari akar bambu, dan pembuatan pupuk PSB dari limbah air kolam. Dengan ilustrasi yang jelas dan bahasa yang sederhana, buku ini merupakan sumber yang sangat baik bagi pemula yang ingin mengembangkan produk pupuk hayati dari pemanfaatan limbah sekitar.

CV NAKOMU
p1kertesentuh@gmail.com
penerbitkertesentuh



Bioprospeksi Limbah Ternak dan Domestik Pupuk Organik Cair Serbaguna

EDITOR:
IHDA MAULIYAH
LAILA AINUR ROHMAH

BIOPROSPEKSI LIMBAH TERNAK DAN DOMESTIK PUPUK ORGANIK CAIR SERBAGUNA

Panduan pemula untuk membuat pupuk organik sederhana dengan memanfaatkan limbah urin ternak dan domestik

PUTRI AYU IKA SETIYOWATI
LILIS MAGHFUROH



BIOPROSPEKSI LIMBAH TERNAK
DAN DOMESTIK

PUPUK ORGANIK
CAIR SERBAGUNA

Putri Ayu Ika Setiyowati

Lilis Maghfuroh



Nakomu, 2024

**Bioprospeksi Limbah Ternak Dan Domestik
Pupuk Organik Cair Serbaguna**

Penulis:

Putri Ayu Ika Setiyowati

Lilis Maghfuroh

Editor: Ihda Mauliyah

Laila Ainur Rohmah

Tata Sampul: Khoshshol Fairuz

Tata Isi: Nurul Aini

Januari, 2024

97 hlm.; 15,5cm x 23cm

ISBN: 978-623-142-118-0

Diterbitkan oleh:

CV. Nakomu

Anggota IKAPI (346/JTI/2022)

Cangkring Malang, Sidomulyo, Megaluh, Jombang

Website: penerbitnakomu.com

E-mail: kertasentuh@gmail.com

WA: 085-850-5857-00 atau 0857-3333-7747

Hak cipta dilindungi Undang-Undang
Sanksi Pelanggaran Pasal 113 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014

PENGANTAR PENULIS

Dewasa ini, masyarakat semakin peduli akan pentingnya kualitas produk. Adanya tuntutan produk berkualitas telah mengarah ke berbagai sektor, termasuk pangan. Belakangan ini konsumen telah mengerti akan pentingnya pangan organik khususnya bagi kesehatan jangka panjang. Oleh sebab itu produk pertanian harus beradaptasi guna keberlanjutan di masa yang akan datang. Salah satu bagian yang penting dari proses menghasilkan pangan organik yaitu sebuah pupuk yang harus terbebas juga akan kandungan bahan kimia dengan istilah lain pupuk organik atau *biofertilizer*.

Pupuk organik pun telah banyak dilirik oleh petani di era sekarang. Hal tersebut dikarenakan subsidi akan pupuk kimiawi semakin menipis. Sehingga perlunya swasembada pupuk organik harus petani lakukan. Menurut peraturan Menteri Pertanian nomor 02/Pert/Hk.060/2/2006 tentang Pupuk Organik dan pembenah Tanah. Secara harfiah, pupuk organik adalah pupuk yang ebagian besar atau seluruhnya terdiri dari bahan organik yang berasal dari tanaman atau pun hewan dengan melalui proses rakayasa atau teknologi fermentasi. Jenis pupuk organik ada dua macam yaitu pupuk organik padat dan pupuk organik cair. Sedangkan, pembenah tanah adalah

bahan-bahan sintesis atau alami organik yang berbentuk padat atau cair dan memiliki kemampuan memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah.

Dari pemaparan di atas, terlihat jelas bagaimana pentingnya produk organik dan pertanian organik. Termasuk dalam hal ini adalah pupuk organik sebagai bahan dasar lahirnya produk-produk pertanian organik. Hadirnya pupuk organik tidak pernah terlepas dari proyek pertanian yang ramah lingkungan. Oleh sebab itu buku ini dihadirkan guna menjawab tantangan akan pemenuhan pangan organik.

Dalam buku ini dipaparkan urgensi dari pupuk organik, pemanfaatan limbah ternak dan domestik sebagai bahan dasar pembuatan pupuk organik, sebagai contoh urin kambing, akar bambu, dan air cucian beras. Tidak hanya itu, dalam buku ini juga dibahas terkait prosedur pembuatan pupuk organik secara sederhana. Dengan demikian, diharapkan setiap orang yang membaca buku ini diharapkan bisa menerapkan pertanian organik serta secara tidak langsung mampu menciptakan produk pangan yang sehat dan berkelanjutan.

Referensi yang dicantumkan pada buku ini mengutip dari sejumlah pemaparan ahli, buku, dan hasil – hasil riset yang telah dipublikasikan pada berbagai macam jurnal. Hal tersebut ditujukan agar memperkaya perspektif dari berbagai macam sumber yang telah diakui kebenarannya.

Tidak ada sesuatu hal yang bisa sempurna. Demikian juga dengan buku ini. Oleh karena itu, masukan dan koreksi sangat diharapkan untuk perbaikan lebih lanjut.

DAFTAR ISI

PENGANTAR PENULIS	3
DAFTAR ISI	6
DAFTAR TABEL	8
DAFTAR GAMBAR	9
BAB 1 BIOPROSPEKSI LIMBAH	11
1.1 Definisi Bioprospeksi dan Limbah.....	11
1.2 Pengelompokan Limbah	16
1.3 Dampak dan Penanggulangan Limbah	18
BAB 2 MENGENAL JENIS PUPUK	22
2.1. Pupuk Organik	23
2.2. Pupuk Kompos.....	25
2.3. Pupuk Organik Cair	28
2.4. Pupuk Kimia	31
2.5. Kandungan Pupuk dan Manfaatnya	34
2.6. Peluang Dan Tantangan Pengembangan Pupuk Organik di Indonesia	37
BAB 3 URIN KAMBING	40
3.1. Kandungan Nutrisi Urin Kambing	40
3.2. Mikroorganisme pada Urin Kambing.....	43
3.3. Prosedur Kolektif dan Penggunaan Urin Kambing sebagai Pupuk Organik Cair	44
BAB 4 JAMUR <i>TRICHODERMA SP.</i> DARI AKAR BAMBU.....	48
4.1. Karakteristik Jamur Trichoderma sp.	48

4.2. Manfaat Jamur Trichoderma sp. untuk tanaman.....	50
4.3. Proses isolasi Trichoderma sp. dari akar bambu	52
BAB 5 LIMBAH AIR CUCIAN BERAS	55
5.1. Definisi Air Cucian Beras.....	55
5.2. Manfaat dan Kandungan Air Cucian Beras.....	56
5.3. Prosedur Penggunaan Air Cucian Beras sebagai Pupuk Organik	60
BAB 6 LIMBAH AIR KOLAM	62
6.1. Mikroorganisme Air Kolam.....	62
6.2. Definisi Bakteri Fotosintesis	63
6.3. Fungsi Bakteri Fotosintesis.....	66
6.4. Pembuatan Pupuk dari Limbah Air Kolam dan Aplikasi ke Lahan	68
BAB 7 BIOURIN KAMBING	72
7.1. Sejarah Dan Definisi Biourin	72
7.2. Biourin Kambing sebagai Biopestisida.....	76
7.3. Prinsip Fermentasi dalam Pembuatan Biourin Kambing.....	78
BAB 8 HASIL PANGAN ORGANIK.....	80
8.1. Definisi Pangan Organik	80
8.2. Pangan Organik bagi Tumbuh Kembang Anak	81
DAFTAR PUSTAKA.....	84
BIOGRAFI PENULIS.....	96

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Kandungan Biokimia Urin Sapi dan Kambing (Chaturvedi et al., 2022)	41
Tabel 5.1. Kandungan Nutrisi Air Cucian Beras (Nabayi et al., 2021	57
Tabel 6.1. Klasifikasi bakteri fotosintesis Pfennig (1967)	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1. <i>Trichoderma sp.</i> Secara makroskopis dan mikroskopis (Doo et al., 2023)	49
Gambar 6.1. Reaksi Fotosintesis pada bakteri fotosintesis. hv:cahaya matahari, cyt:sitokrom (Govindjee, 1971)	64
Gambar 6.2. Pupuk Photosintesis Bakteri. a) Larutan awal, b Pupuk siap digunakan (Alif, dkk., 2023)	70
Gambar 7.1. Proses pembuatan dan hasil biourin (Dokumentasi pribadi, 2023)	75

BAB 1

BIOPROSPEKSI LIMBAH

1.1 Definisi Bioprospeksi dan Limbah

a. Definisi Bioprospeksi

Bioprospeksi merupakan kegiatan sistematis yang mencakup penelusuran, klasifikasi, dan investigasi produk yang memiliki nilai ekonomi dalam keragaman hayati. Kegiatan ini mencakup sumber daya hayati seperti tumbuhan, hewan, mikroorganisme, dan ekosistem dengan tujuan menemukan senyawa kimia baru, bahan aktif, gen, protein, serta informasi genetik lain yang memiliki potensi komersial. Proses bioprospeksi umumnya terdiri dari empat tahap:

1) **Eksplorasi dan Pengoleksian Sumber Daya Hayati**

Tahap ini fokus pada penemuan dan pengumpulan sumber daya hayati potensial. Metode eksplorasi melibatkan survei lapangan, studi literatur, dan analisis data.

2) Identifikasi, Isolasi, Karakterisasi, dan Produksi Senyawa Target

Proses ini bertujuan mengidentifikasi senyawa kimia aktif yang memiliki potensi. Senyawa tersebut diisolasi, dikarakterisasi untuk mengetahui struktur dan sifatnya, dan jika berpotensi, diproduksi dalam skala laboratorium.

3) Skrining dan Uji Aktivitas Biologi

Tahap ini melibatkan pengujian aktivitas biologi senyawa target terhadap berbagai jenis sel atau jaringan, seperti uji antibakteri, antivirus, antikanker, dan sebagainya.

4) Pengembangan Produk dan Pengujian untuk Komersialisasi

Pada tahap ini, senyawa target dikembangkan menjadi produk yang dapat dipasarkan. Produk ini diuji untuk memastikan keamanan dan efektivitasnya sebelum dipasarkan ke masyarakat.

Berikut contoh produk yang dihasilkan dari bioprospeksi mencakup obat-obatan, bahan pangan, bahan baku industri, dan bahan ramah lingkungan. Di Indonesia, beberapa contoh bioprospeksi melibatkan penemuan senyawa antibakteri dari tanaman jahe, senyawa antikanker dari tanaman temulawak, pengembangan biopestisida dari bakteri *Bacillus thuringiensis*, dan pengembangan biokatalisator dari enzim (Rocchetti et al., 2021) (Cushnie et al., 2020).

Bioprospeksi di Indonesia memiliki potensi besar dengan keanekaragaman hayati yang melimpah,

memberikan peluang untuk menghasilkan produk bioteknologi yang bermanfaat secara global. Selain itu, kegiatan ini dapat mendukung pembangunan berkelanjutan dengan pemanfaatan sumber daya hayati secara bertanggung jawab.

Bioprospeksi di Indonesia memiliki potensi yang besar, namun juga menghadapi berbagai tantangan. Beberapa tantangan utama bioprospeksi di Indonesia antara lain:

1) Keanekaragaman hayati yang kompleks

Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang sangat kompleks, dengan lebih dari 30.000 spesies tumbuhan dan 1.500 spesies hewan. Hal ini menyebabkan proses eksplorasi dan pengoleksian sumber daya hayati menjadi sangat sulit dan memakan waktu.

2) Ketersediaan teknologi dan sumber daya manusia yang terbatas

Teknologi dan sumber daya manusia yang dibutuhkan untuk melakukan bioprospeksi masih terbatas di Indonesia. Hal ini menyebabkan proses identifikasi, isolasi, karakterisasi, dan produksi senyawa aktif menjadi terhambat.

3) Kebijakan dan peraturan yang belum memadai

Kebijakan dan peraturan yang mengatur pemanfaatan keanekaragaman hayati masih belum memadai. Hal ini menyebabkan proses komersialisasi produk bioprospeksi menjadi sulit.

4) Ancaman terhadap keanekaragaman hayati

Ancaman terhadap keanekaragaman hayati, seperti deforestasi, eksploitasi berlebihan, dan perubahan iklim, dapat menghambat proses bioprospeksi.

Untuk mengatasi tantangan-tantangan tersebut, diperlukan upaya yang terintegrasi dari berbagai pihak, termasuk pemerintah, akademisi, dan industri. Upaya-upaya tersebut antara lain:

a) Pemetaan keanekaragaman hayati

Pemetaan keanekaragaman hayati dapat membantu dalam mengidentifikasi sumber daya hayati yang memiliki potensi untuk diprospek.

b) Pengembangan teknologi dan sumber daya manusia

Pengembangan teknologi dan sumber daya manusia dapat membantu dalam mempercepat proses bioprospeksi.

c) Peningkatan harmonisasi kebijakan dan peraturan

Peningkatan harmonisasi kebijakan dan peraturan dapat menciptakan iklim yang kondusif bagi pengembangan bioprospeksi.

d) Peningkatan upaya konservasi

Peningkatan upaya konservasi dapat melindungi keanekaragaman hayati dan menjamin ketersediaan sumber daya hayati untuk bioprospeksi di masa depan.

Dengan upaya-upaya tersebut, diharapkan bioprospeksi di Indonesia dapat berkembang secara optimal dan memberikan manfaat yang besar bagi masyarakat (Sanka et al., 2023).

b. Definisi Limbah

Definisi limbah dapat dilihat dari berbagai macam perspektif, tergantung dari sudut pandang yang digunakan. Berikut adalah beberapa definisi limbah menurut berbagai perspektif (Yano and Sakai, 2015):

1. Perspektif Hukum

Menurut Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, limbah adalah sisa usaha dan atau kegiatan yang berwujud padat, cair, gas, dan/atau plasma yang tidak terpakai, dan/atau sisa dari suatu proses produksi yang secara langsung atau tidak langsung dapat mencemarkan dan/atau merusak lingkungan hidup.

2. Perspektif Ekonomi

Dari perspektif ekonomi, limbah adalah barang atau jasa yang tidak memiliki nilai ekonomis. Limbah dapat berasal dari aktivitas produksi, konsumsi, atau pembuangan.

3. Perspektif Kesehatan

Dari perspektif kesehatan, limbah adalah bahan atau zat yang dapat membahayakan kesehatan manusia atau hewan. Limbah dapat mengandung bahan-bahan berbahaya, seperti logam berat, bahan kimia, atau mikroorganisme.

4. Perspektif Lingkungan

Dari perspektif lingkungan, limbah adalah bahan atau zat yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Limbah dapat mencemari air, udara, atau tanah.

5. Perspektif Teknologi

Dalam konteks teknologi, limbah dapat didefinisikan sebagai hasil samping dari suatu proses teknologis yang tidak diinginkan dan seringkali memerlukan penanganan khusus untuk mengurangi dampak negatifnya.

6. Perspektif Sosial

Dari perspektif sosial, limbah juga dapat dilihat sebagai cerminan gaya hidup dan konsumsi masyarakat. Peningkatan kesadaran akan dampak limbah dapat membawa perubahan perilaku dan pola konsumsi yang lebih berkelanjutan.

7. Perspektif Sumber Daya

Limbah juga dapat dianggap sebagai sumber daya potensial. Dalam konsep daur ulang dan pengelolaan limbah yang berkelanjutan, limbah dapat dilihat sebagai bahan mentah sekunder yang dapat dimanfaatkan kembali untuk mengurangi kebutuhan akan bahan mentah baru.

1.2 Pengelompokan Limbah

Pengelompokan limbah berdasarkan kriteria yang tepat dapat membantu dalam pengelolaan limbah yang lebih efektif dan efisien. Limbah dapat dikelompokkan berdasarkan berbagai kriteria, diantaranya:

- **Berdasarkan wujudnya**
 - a) Limbah padat adalah limbah yang berbentuk padat, seperti sampah rumah tangga, sampah industri, dan limbah pertanian.

- b) Limbah cair adalah limbah yang berbentuk cair, seperti limbah domestik, limbah industri, dan limbah pertanian. Limbah gas adalah limbah yang berbentuk gas, seperti limbah industri, limbah pertanian, dan limbah transportasi.
- **Berdasarkan sumbernya**
 - a) Limbah rumah tangga adalah limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga, seperti sampah plastik, sampah organik, dan sampah kertas.
 - b) Limbah industri adalah limbah yang dihasilkan dari kegiatan industri, seperti limbah cair, limbah padat, dan limbah gas.
 - c) Limbah pertanian adalah limbah yang dihasilkan dari kegiatan pertanian, seperti limbah pestisida, limbah pupuk, dan limbah ternak.
 - d) Limbah pertambangan adalah limbah yang dihasilkan dari kegiatan pertambangan, seperti limbah batuan, limbah lumpur, dan limbah logam berat.
 - e) Limbah medis adalah limbah yang dihasilkan dari kegiatan medis, seperti limbah infeksius, limbah sitotoksik, dan limbah radioaktif.
 - Limbah pariwisata adalah limbah yang dihasilkan dari kegiatan pariwisata, seperti sampah plastik, sampah organik, dan limbah cair. **Berdasarkan Sifatnya**

- a) Limbah organik adalah limbah yang dapat terurai oleh mikroorganisme, seperti sampah organik, limbah pertanian, dan limbah makanan.
- b) Limbah anorganik adalah limbah yang tidak dapat terurai oleh mikroorganisme, seperti sampah plastik, sampah logam, dan sampah kaca.
- c) Limbah berbahaya dan beracun (B3) adalah limbah yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan, seperti limbah industri, limbah medis, dan limbah pertambangan.

1.3 Dampak dan Penanggulangan Limbah

Seiring dengan pertumbuhan populasi dan aktivitas manusia, produksi limbah terus meningkat. Peningkatan konsumsi dan produksi menyebabkan peningkatan limbah, baik limbah organik maupun anorganik. Banyak wilayah di dunia yang masih menghadapi tantangan dalam pengelolaan limbah. Infrastruktur pengelolaan limbah yang kurang baik, termasuk fasilitas daur ulang yang terbatas, dapat menyebabkan penumpukan limbah di tempat pembuangan sampah yang tidak terkendali. Limbah industri, pertanian, dan medis sering mengandung bahan kimia berbahaya dan beracun. Pembuangan tidak aman atau penanganan yang tidak benar dapat mencemari tanah, air, dan udara, membahayakan lingkungan dan kesehatan manusia (Reno, 2015). Limbah – limbah tersebut menimbulkan berbagai dampak diantaranya:

1. Dampak Perubahan Iklim

Beberapa praktik pengelolaan limbah, seperti pembakaran sampah, dapat menyumbang pada emisi gas rumah kaca. Selain itu, perubahan iklim dapat mempengaruhi pola pengelolaan limbah, seperti meningkatnya risiko banjir dan badai.

2. Pencemaran Lingkungan

Limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat mencemari air, udara, dan tanah. Pencemaran ini dapat merugikan ekosistem dan berdampak pada keanekaragaman hayati.

3. Ancaman Kesehatan Manusia

Limbah berbahaya dapat mengakibatkan masalah kesehatan manusia. Limbah medis yang tidak dikelola dengan benar dapat menyebarkan penyakit, sementara limbah industri beracun dapat menyebabkan keracunan.

4. Kerusakan Ekosistem Laut

Limbah plastik, terutama yang berakhir di laut, merusak ekosistem laut. Hewan laut dapat memakan plastik, dan mikroplastik dapat mencemari makanan laut yang dikonsumsi manusia.

5. Depleksi Sumber Daya Alam

Penggunaan bahan mentah untuk produksi barang baru daripada mendaur ulang limbah dapat menyebabkan depleksi sumber daya alam yang berharga.

6. Dampak Sosial dan Ekonomi

Krisis limbah dapat memiliki dampak sosial dan ekonomi, termasuk hilangnya mata pencaharian, konflik di antara komunitas terkait limbah, dan biaya kesehatan

yang meningkat akibat dampak kesehatan dari pengelolaan limbah yang buruk.

Beberapa upaya yang dapat dilakukan guna mengurangi dampak dari limbah diantaranya:

- **Pemupukan**

Metode pemupukan dilakukan dengan cara menumpuk sampah sampai membusuk. Keuntungan dari metode ini yaitu biaya yang relatif murah dan sederhana. Namun, kerugian yang didapat yaitu sanitasi lingkungan yang akan semakin kotor sehingga menimbulkan sejumlah penyakit.

- **Pembakaran**

Metode pembakaran merupakan metode yang cukup sering digunakan dalam mengatasi limbah. Namun, tidak semua permasalahan limbah dapat teratasi dengan cara ini. Beberapa syarat tertentu yang harus dipenuhi antara lain:

- a. Sampah yang dapat habis dibakar

- b. Bukan dari bahan baku fosil

- c. Lokasi pembakaran jauh dari pemukiman

Perlu untuk diperhatikan terkait efek yang ditimbulkan dari asap pembakaran. Asap pembakaran mengandung dioksin, yaitu ratusan jenis senyawa kimia berbahaya yang dapat menimbulkan proliferasi sel secara tidak teratur ataupun mutasi genetik.

- **Pengomposan**

Pengomposan merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mengatasi limbah. Cara ini

merupakan cara yang paling aman bagi lingkungan. Hasil dari pengomposan dapat memberikan efek yang sangat baik bagi keberlanjutan dan keberlangsungan ekosistem.



BAB 2

MENGENAL JENIS PUPUK

Bagaimana cara agar pertumbuhan dan perkembangan tanaman optimal? Apa usaha yang dapat dilakukan untuk membuat produktivitas hasil panen tanaman dapat optimal?

Pemberian pupuk dapat menjadi salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan pertumbuhan, perkembangan, dan produktivitas tanaman. Pemberian pupuk harus sesuai takaran yang meliputi frekuensi dan dosis yang diberikan untuk mengoptimalkan proses kerja pupuk terhadap tanaman. Ada beberapa macam atau jenis pupuk dengan pembagian yang berbeda. Berdasarkan asalnya pupuk dapat dibagi menjadi dua macam yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik ini disebut juga pupuk alam yang berasal dari sisa-sisa tanaman, hewan, dan manusia. Sebagai contoh atau jenis dari pupuk organik yaitu pupuk kandang, pupuk hijau, dan pupuk kompos, sedangkan pupuk anorganik adalah pupuk buatan

yang terbuat dari bahan-bahan kimia yang diproses melalui pabrik. Sebagai contoh dari pupuk anorganik yaitu adalah pupuk urea, TSP, KCL, dan lain sebagainya. Berdasarkan bentuknya pupuk dapat dibagi menjadi dua macam yaitu pupuk cair dan pupuk padat, dan berdasarkan cara penggunaannya pupuk dapat dibagi menjadi dua treatment yaitu pupuk yang diberikan melalui akar dan pupuk yang diberikan melalui daun.

2.1. Pupuk Organik

Pupuk organik merupakan pupuk yang berasal dari komposisi makhluk hidup yang dapat meliputi sisa-sisa tanaman atau hewan yang telah mengalami proses dekomposisi dan tersedia bagi tanah dalam bentuk zat hara yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk memenuhi kebutuhan dalam melakukan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Berdasarkan bentuknya, pupuk organik dapat berupa cair dan padat yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, maupun sifat biologi tanah. Pupuk bahan organik dapat berupa pupuk kompos, pupuk kandang dan pupuk hijau. Bahan organik dapat berasal dari sisa panen yang dapat berupa tongkol jagung, serabut kelapa, sisa panen padi yang berupa Jerami, dan juga dapat berupa limbah ternak yang akhirnya dapat tergolong dalam pupuk kandang.

Adapula pengertian pupuk organik menurut *American Plant Food Control Officials* (AAPFCO) yaitu suatu bahan yang mengandung karbon dan satu atau lebih unsur hara selain H dan O yang penting untuk pertumbuhan tanaman,

sedangkan menurut USDA *National Organic Program* pupuk organik adalah bahan yang tidak mengandung bahan terlarang dan berasal dari bahan alami yaitu dari tanaman atau hewan, *sewage sludge*. Menurut USEPA, pupuk organik adalah bahan yang diaplikasikan ke tanaman sebagai sumber unsur hara (Funk, 2014). Dari pengertian diatas, diketahui bahwa pupuk organik mengandung unsur karbon dan unsur hara lainnya yang berkombinasi dengan karbon. Pupuk organik merupakan pupuk yang berasal dari tumbuhan mati, kotoran hewan atau bagian hewan atau limbah organik lainnya yang telah melalui proses rekayasa, berbentuk padat atau cair, dapat diperkaya dengan bahan mineral, dan mikroba yang bermanfaat untuk meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah serta memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Permentan No. 70/Permentan/SR.140/10/2011).

Pupuk organik terbuat dari berbagai jenis bahan organik yang bervariasi, maka kualitas pupuk yang diperoleh dari hasil fermentasi juga sangat beragam sesuai dengan kualitas bahan dasar dan proses pembuatannya. Komposisi unsur hara yang terkandung dalam pupuk organik bergantung pada sumber asal bahan dasar. Menurut asalnya, pupuk organik dapat diidentifikasi yang berasal dari pertanian dan non pertanian. Sebagai contoh yang berasal dari pertanian yaitu dapat berupa sisa panen dan kotoran ternak, sedangkan non pertanian berasal dari sampah organik kota, limbah industry, dan lain sebagainya (Tan, 1993).

2.2. Pupuk Kompos

Kompos adalah bahan organik yang dibusukkan pada suatu tempat yang terlindung dari matahari dan hujan, diatur kelembabannya dengan menyiram air bila terlalu kering. Untuk mempercepat perombakan dapat ditambah kapur, sehingga terbentuk kompos dengan C/N rasio rendah yang siap untuk digunakan. Bahan untuk kompos dapat berupa sampah atau sisa – sisa tanaman tertentu (jerami dan lain - lain). (Roidah, 2013). Peningkatan kesuburan dan produktivitas lahan dapat dilakukan dengan penambahan unsur hara ke dalam tanah melalui kegiatan pemupukan. Pupuk yang banyak digunakan sekarang ini adalah pupuk organik seperti kompos karena jenis pupuk ini memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan pupuk anorganik.

Pupuk kompos baik digunakan karena berbagai alasan seperti tidak merusak lingkungan, tidak memerlukan biaya yang banyak, proses pembuatan yang mudah dan bahan yang tidak sulit ditemukan. Bahan organik (kompos) merupakan salah satu unsur pembentuk kesuburan tanah dan untuk menghasilkan tanah yang subur. Pereira *et al*, 2014 menyatakan bahwa bahan organik merupakan penyangga yang berfungsi memperbaiki sifat-sifat fisika, kimia dan biologi tanah. Pengomposan adalah proses penguraian bahan organik oleh mikroba-mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi (Dewi dan Treesnowati, 2012). Pembuatan kompos dilakukan dengan mengatur dan mengontrol campuran bahan organik yang seimbang,

pemberian air yang cukup, pengaturan aerasi, dan pemberian aktivator pengomposan (Manuputty dkk., 2012).

Pengomposan merupakan upaya yang sudah ada sejak lama digunakan untuk mereduksi sampah organik (Caceres et al.,2015). Pemberian kompos pada tanah dapat memperbaiki sifat fisik tanah seperti pembentukan agregat atau granulasi tanah serta meningkatkan permiabilitas dan porositas tanah.

Proses pengomposan dapat terjadi secara alami, namun dengan adanya peran manusia dalam proses pengomposan yaitu dengan pemberian atau penambahan mikroorganisme, maka proses pengomposan tersebut dapat terjadi lebih cepat. Pupuk kompos mengandung materi genetik yang dapat memperbaiki sifat fisik tanah. Komposisi materi genetik merupakan koloid dengan muatan listrik negatif dan dapat berkoagulasi dengan kation dan partikel tanah, yang membuat tekstur tanah menjadi lebih baik. Dalam tekstur tanah berpasir, penambahan pupuk kompos dapat membuat tekstur tanah berpasir tersebut menjadi lebih beremah. Hal ini membuat agregrat tanah menjadi lebih solid yang disebabkan oleh adanya polisakarida yang dihasilkan oleh mikroorganisme tanah. Adanya peningkatan kualitas dalam hal tekstur dan struktur tanah juga akan berdampak pada penyerapan nutrisi dari tanah yang akan digunakan untuk pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik.

Kelebihan dari pemberian pupuk kompos berdasarkan dari sifat fisik tanah, yaitu dapat meningkatkan laju

infiltrasi air didalam tanah dan dapat mempengaruhi warna tanah yang dapat meningkatkan penyerapan panas. Hal ini berbungan dengan pertumbuhan tanaman, jika retensi panas baik maka pertumbuhan tanaman juga akan baik. Selain itu pemberian kompos juga dapat mencegah erosi tanah yang utama pada tanah dengan kemiringan yang tinggi.

Dari segi kimia, manfaat pupuk kompos yaitu dapat mengubah materi organik menjadi unsur hara yang mudah diserap dan yang dibutuhkan oleh tanaman. Terdapat dua jenis unsur hara yang dibuthkan oleh tanaman yaitu unsur hara mikro dan unsur hara makro. Beberapa unsur hara makro yang terkandung didalam kompos yaitu diantaranya nitrogen, fosfor, potassium, magnesium, dan unsur yang lain. Sedangkan unsur hara mikro yang ada didalam kompos yaitu besi, sulfur, mangan, tembaga, seng, boron, dan molebdenum. Selain itu kompos dapat menetralkan pengaruh toksik dari beberapa mineral dalam tanah, sehingga tanaman tidak akan menyerap mineral yang bersifat toksik dan dapat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil panen tanaman tersebut. Dari segi biologi pupuk kompos dapat memperbaiki sifat tanah dengan menambah populasi mikroorganisme didalam tanah. Kompos juga dapat menstimulasi mikoriza yang dapat bersimbiosis dengan akar. Penambahan mikroorganisme dalam kompos dapat meningkatkan kualitas pupuk organik dan meningkatkan kesuburan tanah.

2.3. Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair manfaatnya sama halnya dengan pupuk kompos, hanya saja pupuk cair ini dalam bentuk larutan. Pupuk cair adalah larutan hasil dari proses pembusukan atau dekomposisi bahan-bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan, dan manusia yang mempunyai kandungan lebih dari satu unsur. Menurut Makmur (2018), manfaat dari pemberian pupuk organik adalah dapat merangsang pertumbuhan tunas baru serta sel-sel tanaman, memperbaiki sistem jaringan sel dan memperbaiki sel-sel rusak, memperbaiki klorofil pada daun, merangsang pertumbuhan kuncup bunga, memperkuat tangkai serbuk sari pada bunga dan memperkuat daya tahan pada tanaman.

Kelebihan atau keunggulan dari pupuk organik cair ini adalah kemudahan dalam pengaplikasian atau saat digunakan, dibutuhkan dalam jumlah relatif sedikit, dan unsur hara yang terdapat dalam pupuk organik cair ini dapat langsung tersedia atau digunakan oleh tanaman. Pupuk organik cair juga dapat berasal dari hasil eksresi makhluk hidup khususnya air kencing sapi atau kerbau. Selain terdapat kelebihan dari pupuk organik cair ini, adapula kekurangannya yaitu mikroorganisme yang terkandung dalam pupuk mudah berkurang atau bahkan mati, hal ini karena bentuk pupuk yang tersedia dalam bentuk larutan sehingga jika terjadi hujan maka pencucian unsur hara ataupun pupuk yang telah diaplikasikan mudah tercuci atau hilang.

Selain mikroorganisme mudah berkurang, pupuk organik cair ini juga dapat menghasilkan bau yang kurang sedap karena adanya gas yang dihasilkan oleh mikroorganisme yang terdapat pada proses fermentasi. Bau busuk dapat terjadi jika proses fermentasi masih kurang maksimal atau adanya kontaminasi mikroorganisme luar yang dapat menyebabkan pembusukan dan terjadinya sifat antagonisme mikroorganisme saat berlangsung proses fermentasi.

POC (Pupuk Organik Cair) mempunyai beberapa jenis yang bergantung dengan kebutuhan. Pupuk Organik Cair dapat dimanfaatkan dari tumbuhan, ataupun kotoran, diantaranya yang dapat dimanfaatkan adalah POC dari nasi, POC dari Sisa Sayur-Sayuran, POC dari kulit kakao dan POC dari kotoran hewan. Dalam proses pembuatan pupuk organik cair tidak terlepas dari peran mikroorganisme, dalam hal ini bisa disebut sebagai Mikroorganisme Lokal (MOL). Mikroorganisme adalah makhluk hidup yang digolongkan di kelompok protista yang meliputi protozoa, bakteri, dan algae yang mempunyai peran sebagai starter dalam pembuatan pupuk organik. Mikroorganisme lokal dalam penggunaannya sebagai starter dapat diaplikasikan dalam bentuk cair.

Larutan MOL mengandung unsur hara makro dan unsur hara mikro yang didalamnya terdapat bakteri yang berfungsi sebagai perombak bahan organik, merangsang pertumbuhan, dan juga dapat digunakan sebagai agens pengendali hama dan penyakit tanaman,

sehingga MOL dapat digunakan sebagai decomposer atau fungisida (agens pengendali jamur atau fungi).

Dari penggunaan pupuk organik cair ini mempunyai beberapa kelebihan yaitu diantaranya pupuk organik cair ini tidak ada efek negative atau tidak menyebabkan tanah menjadi rusak walaupun digunakan sesering mungkin, mengandung beberapa hormon stimulant pertumbuhan tanaman yaitu hormon giberelin yang dapat memicu munculnya bunga, mempunyai bahan agregat yang kuat sehinggapupuk yang diberikan diatas permukaan tanah dapat langsung digunakan oleh tanaman, terdapat kandungan alcohol yang berfungsi sebagai sterilisasi pada tanaman sebagai contoh meminimalisir atau menghentikan organisme pathogen atau pengganggu pada tanaman.

Takaran dalam penggunaan pupuk organik cair ini yaitu dilakukan pengenceran terlebih dahulu, pengenceran dilakukan dengan menggunakan air bersih. Untuk mengaplikasikan pupuk organik cair ini dapat langsung disemprotkan dibagian rizosfer atau daun tanaman dengan memperhatikan kepekatan pupuk organik cair ini tidak boleh lebih dari 2%, hal ini berarti untuk 1 liter pupukorgamol cair dapat dilarutkan minimal 50 liter air bersih. Setiap penyemprotan disarankan dengan minterval waktu satu minggu jika musim kemarau atau 3 hari sekali pada musim hujan, hal ini juga menyesuaikan jenis tanaman yang akan diperlakukan.

2.4. Pupuk Kimia

Pupuk kimia adalah pupuk buatan yang dibuat secara kimia. Pupuk kimia dapat dibedakan menjadi dua berdasarkan komposisi penyusunnya, yaitu pupuk kimia tunggal dan pupuk kimia majemuk. Pupuk kimia tunggal adalah pupuk kimia yang mempunyai satu macam atau jenis kandungan zat hara, sedangkan pupuk kimia majemuk adalah pupuk kimia yang mempunyai beberapa kandungan zat hara atau bisa dibilang mempunyai unsur hara lengkap. Pupuk kimia dibuat melalui proses pengolahan oleh manusia dari bahan-bahan mineral. Tiga senyawa utama dalam pupuk anorganik yaitu nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Pupuk kimia yang dominan untuk digunakan yaitu pupuk TSP, DSP, dan ZA. Dalam pembuatan pupuk kimia majemuk ini dibuat dengan mencampurkan beberapa jenis pupuk kimia tunggal, hal ini bergantung pada setiap produsen dan komoditas yang akan diberikan pupuk atau sesuai dengan kebutuhan. Penggunaan pupuk kimia akan terlihat baik dan sangat signifikan jika diaplikasikan pada tanaman. Pemberian pupuk anorganik bertujuan untuk menjaga ketersediaan nutrisi tanaman agar tetap seimbang selama proses pertumbuhannya. Pupuk anorganik juga digunakan untuk memenuhi unsur hara yang kurang atau tidak didapatkan pada pupuk organik. Jika dibandingkan dengan pupuk organik. Kadar zat hara dan mineral pada pupuk kimia lebih tinggi, sehingga pertumbuhan tanaman lebih cepat. Selain itu, kebutuhan tanaman akan unsur hara dapat dilakukan dengan mudah karena pupuk kimia unsur haranya sudah jelas dan telah

ditakar dengan sesuai untuk tanaman. Namun, banyak petani atau penggunanya masih belum memahami dosis atau takaran serta frekuensi yang bisa diberikan pada tanaman target. Jika penggunaan pupuk kimia tidak sesuai takaran dan ini terjadi secara kontinu maka akan bisa menyebabkan dampak negatif. Jika dilakukan secara berlebihan maka pupuk kimia ini dapat merusak ekosistem khususnya kesuburan tanah itu sendiri baik dari struktur maupun tekstur tanahnya. Hal ini dapat terjadi karena tanah juga memiliki kejenuhan. Kekurangan dan dampak negatif dari penggunaan pupuk kimia adalah dapat menyebabkan peningkatan keasaman tanah. Ini karena mineral yang tidak dimanfaatkan mampu bereaksi dengan air yang ada di tanah membentuk senyawa asam. Maka, perlu adanya penilaian terhadap status nutrisi dari tanah dan tanaman sebelum memberikan pupuk kimia.

Beberapa perhatian dalam penggunaan pupuk kimia ini yaitu untuk mendapatkan efisiensi pemupukan yang optimal harus dengan dosis yang tepat. Waktu pemupukan juga harus sering dilakukan karena pupuk tidak dapat tersimpan lama dalam media tanam. Ini cukup merugikan karena harga pupuk kimia cukup mahal. Selain itu, penggunaan pupuk kimia secara berlebihan dapat menyebabkan kerusakan ekosistem dimana pupuk kimia dapat memicu pencemaran air dan mengganggu ekosistem di dalamnya.

Konsentrasi nitrogen yang tinggi dari pupuk kimia akan masuk ke dalam tanah hingga bebatuan akuifer, sehingga dapat mencemari pasokan air bersih di dalamnya, dan

dapat menyebabkan eutrofikasi. Eutrofikasi adalah suatu peristiwa ledakan populasi alga pada suatu perairan karena adanya zat hara yang melimpah. Zat hara yang melimpah pada perairan khususnya perairan lentik (danau atau rawa) salah satunya berasal dari sisa kandungan zat hara pupuk kimia yang berada diatas permukaan tanah dan Ketika adanya hujan atau adanya aliran air, maka sisa zat hara tersebut dapat terbawa aquifer sehingga tertampung padaperairan lentik. Hal tersebut yang dapat menyebabkan zat hara pada perairan dapat meningkat dan menyebabkan peristiwa eutrofikasi yang juga akan berdampak pada peningkatan bahan organik di perairan.

Pupuk nitrogen termasuk jenis pupuk kimia tunggal. Adapula beberapa jenis pupuk nitrogen sebagai berikut. Pupuk urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) yang mengandung 47% nitrogen (paling tinggi dibandingkan dengan pupuk nitrogen jenis lain). Urea sangat mudah larut dalam air dan juga mudah diubah menjadi ion nitrat (NO_3^-) yang mudah diserap oleh tumbuh-tumbuhan. FORMULA urea : $2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ pupuk ZA (Zwavel Ammonium) atau ammonium sulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) yang mengandung 21% nitrogen. Pupuk ammonium klorida (salmiak) atau NH_4Cl , mengandung 20% nitrogen. Pupuk ASN (ammonium Sulfat Nitrat) atau $[(\text{NH}_4)_3(\text{SO}_4)(\text{NO}_3)]$, mengandung 23-26% nitrogen. Pupuk natrium nitrat atau sodium nitrat (NaNO_3), mengandung 15% nitrogen.

Selain pupuk nitrogen adapula pupuk fosfor. Macam-macam pupuk fosfor sebagai berikut pupuk superfosfat ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$) yang sangat mudah larut dalam air sehingga

mudah diserap oleh akar tanaman. Contoh: Engkel superfosfat (ES) yang mengandung sekitar 15% P_2O_5 , Double superfosfat (DS) yang mengandung sekitar 30% P_2O_5 , dan Tripel Superfosfat (TSP) yang mengandung sekitar 45% P_2O_5 . Pupuk FMP (Fused Magnesium Phosphate) atau $Mg_3(PO_4)_2$ yang baik digunakan pada tanah yang banyak mengandung besi dan aluminium. Pupuk aluminium fosfat ($AlPO_4$) Pupuk besi (III) fosfat ($FePO_4$).

2.5. Kandungan Pupuk dan Manfaatnya

Pemberian pupuk pada tanah sebagai media tanam pertumbuhan dan perkembangan tanaman tentu mempunyai banyak manfaatnya salah satunya adalah untuk meningkatkan kesuburan tanah dan meningkatkan produktivitas tanah sebagai media penunjang pertumbuhan tanaman. Berikut ini adalah beberapa kelebihan pupuk organik yaitu:

- a. Kandungan unsur mikro pada pupuk organik lebih lengkap jika dibandingkan dengan pupuk kimia
- b. Pupuk organik mendukung kehidupan mikroorganisme dalam tanah sehingga kesuburan tanah dapat meningkat
- c. Meningkatkan produktivitas lahan pertanian yang didukung dari peningkatan unsur hara tanah yang baik sekali untuk pertumbuhan tanaman. Mampu memperbaiki beberapa sifat tanah, yang meliputi sifat fisik tanah, sifat kimia tanah, dan sifat biologi tanah.

- d. Mempermudah system pengelolaan tanah untuk menjadikan tanah lebih baik.
- e. Dengan adanya mikroorganismenya didalam tanah, maka unsur hara didalam tanah dapat lebih baik dalam mobilitasnya dan akan membentuk ion yang mudah diserap oleh tanaman.

Berikut ini beberapa manfaat kandungan unsur hara yang terdapat pada pupuk yaitu:

1. Unsur Nitrogen

Unsur nitrogen merupakan unsur hara esensial yang termasuk ke dalam unsur hara makro yakni diperlukan dalam jumlah banyak. Fungsi unsur nitrogen yaitu untuk memperbaiki pertumbuhan vegetatif tanaman dan pembentuk protein. Unsur N mempunyai peranan yang penting dalam pertumbuhan dan perkembangan semua jaringan hidup (Brady & Weil, 2002).

Fungsi nitrogen (N) bagi tumbuhan adalah: Mempercepat pertumbuhan tanaman, menambah tinggi tanaman, dan merangsang penguatan. Memperbaiki kualitas, terutama kandungan proteinnya. Menyediakan bahan makanan bagi mikroba (jasad renik) Nitrogen diserap dalam tanah berbentuk ion nitrat atau amonium. Kemudian, didalam tumbuhan bereaksi dengan karbon membentuk asam amino, selanjutnya berubah menjadi protein. Nitrogen termasuk unsure yang paling banyak dibutuhkan oleh tanaman karena 16-18% protein terdiri dari nitrogen. Pupuk yang paling

banyak mengandung unsure nitrogen adalah pupuk urea.

2. Unsur Fosfor

Fungsi fosfor bagi tanaman berperan dalam proses respirasi dan fotosintesis penyusunan asam nukleat pembentukan bibit tanaman dan penghasil buah. Perangsang perkembangan akar, sehingga tanaman akan lebih tahan terhadap kekeringan, dan, Mempercepat masa panen sehingga dapat mengurangi resiko keterlambatan waktu panen. Unsure fosfor diperlukan diperlukan dalam jumlah lebih sedikit daripada unsure nitrogen. Fosfor diserap oleh tanaman dalam bentuk apatit kalsium fosfat, FePO_4 , dan AlPO_4 .

3. Unsur Kalium

Fungsi kalium bagi tanaman adalah mempengaruhi susunan dan mengedarkan karbohidrat di dalam tanaman. Mempercepat metabolisme unsure nitrogen, Mencegah bunga dan buah agar tidak mudah gugur. Macam-macam pupuk kalium sebagai berikut: pupuk kalium klorida atau potassium klorida (KCl). Ada 2 macam pupuk KCl yang beredar di pasaran, yaitu KCl 80 (mengandung 50% K_2O) dan KCl 90 (mengandung 53% K_2O). Pupuk ZK (Zwavel Kalium) atau kalium sulfat (K_2SO_4) yang baik digunakan pada tanaman yang tidak tahan terhadap konsentrasi ion klorida tinggi. Ada 2 macam pupuk ZK yang beredar di pasaran, yaitu ZK 90 (mengandung 50% K_2O) dan ZK 96 (mengandung 53% K_2O).

2.6. Peluang Dan Tantangan Pengembangan Pupuk Organik di Indonesia

Indonesia tergolong daerah tropis dengan curah hujan yang tinggi, tingkat perombakan bahan organik berjalan relatif cepat, sehingga pupuk organik diperlukan dalam jumlah besar. Hal ini menimbulkan kesulitan dalam pengangkutan, dan pengadaannya. Terlebih bila pupuk organik tersebut harus didatangkan dari tempat yang cukup jauh. Kadar hara dalam pupuk organik relatif rendah dan sangat bervariasi, sehingga manfaatnya bagi tanaman berlangsung dalam jangka panjang. Oleh karena itu, penggunaan pupuk organik sebaiknya harus dikombinasikan dengan pupuk anorganik dengan takaran yang lebih rendah. Apabila hanya menggunakan pupuk organik saja dikhawatirkan produktivitas tanah dan tanaman akan terus merosot, karena tanaman menguras hara dalam tanah tanpa pengembalian unsur hara dari pupuk yang memadai. Penggunaan pupuk organik dengan bahan yang sama terus-menerus juga akan menimbulkan ketidakseimbangan hara dalam tanah sehingga dapat terjadi akumulasi hara K dan defisiensi Mg. Penggunaan pupuk organik dengan C/N rasio tinggi dan belum matang dapat menimbulkan kekahatan N.

Beberapa bahan dasar pembuatan pupuk organik yang terdiri atas bahan-bahan berserat panjang dan keras dapat menyulitkan proses produksinya. Untuk itu diperlukan alat pengolah/pemotong (chopper) agar menjadi lebih kecil atau pendek sehingga mudah dikomposkan. Selain itu, pupuk organik dapat membawa patogen dan telur serta

serangga yang mengganggu tanaman. Pupuk kandang seringkali mengandung benih gulma atau bibit penyakit bagi manusia.

Pupuk kandang juga mempunyai bau yang tidak enak bagi lingkungan, meskipun tidak beracun. Sedangkan pupuk hijau kadang-kadang dapat menimbulkan alelopati bagi tanaman pokok. Pupuk organik terutama yang berasal dari sampah kota atau limbah pabrik bisa mengandung logam berat. Jika pupuk tersebut digunakan pada tanah berdrainase buruk akan menimbulkan akumulasi logam berat dan metan yang dapat berbahaya bagi ternak dan manusia, baik langsung maupun melalui tanaman yang menyerap logam berat tersebut. Berdasarkan permasalahan yang dihadapi, maka strategi yang dapat dilakukan untuk mendorong implementasi penggunaan pupuk organik (Setyorini 2010) adalah:

- a. Menerapkan teknologi yang relatif murah dan mudah dikerjakan petani, misalnya dengan pengadaan pupuk organik insitu secara alley cropping, strip cropping, ataupun menanam cover crop, dan mengembalikan sisa panen ke lahan usahatannya.
- b. Mendorong tumbuhnya industri kecil, yaitu industri pupuk organik di daerah sentra produksi yang mempunyai bahan baku melimpah, untuk mengatasi masalah yang ada terutama pengangkutan karena jumlah pupuk organik yang diperlukan relatif besar jumlahnya.
- c. Kebijakan pemerintah memberikan bantuan alat untuk membuat pupuk organik dan atau mikroba

dekomposer agar mempercepat proses pengomposan kepada kelompok tani di sentra usahatani lahan sawah maupun lahan kering.

d. Melaksanakan pengawasan mutu pupuk organik dan menerapkan standar mutu pupuk organik yang ramah lingkungan. (Hartatik, 2015).

BAB 3

URIN KAMBING

3.1. Kandungan Nutrisi Urin Kambing

Urin kambing mengandung nutrisi yang kaya dan dapat berfungsi sebagai pupuk organik yang bermanfaat bagi tanaman. Berikut adalah beberapa nutrisi utama yang terdapat dalam urin kambing (Alvi dkk., 2018).

1. Nitrogen (N): Nitrogen merupakan unsur esensial untuk pertumbuhan tanaman, dan urin kambing menyediakan jumlah yang besar dari nitrogen, baik dalam bentuk urea, amonia, maupun senyawa nitrogen lainnya. Fungsi nitrogen sangat penting dalam pembentukan protein dan pertumbuhan daun tanaman.
2. Fosfor (P): Fosfor juga merupakan unsur penting yang terdapat dalam urin kambing. Kandungan fosfor ini mendukung perkembangan akar, pembentukan bunga, dan regulasi energi dalam tanaman. Jumlah fosfor dalam urin dapat bervariasi tergantung pada jenis diet yang diberikan kepada kambing.

- Kalium (K): Urin kambing mengandung jumlah yang signifikan dari kalium. Kalium membantu dalam perkembangan umum tanaman, meningkatkan resistensi terhadap penyakit, dan mengatur tekanan osmotik dalam sel tanaman.
3. Magnesium (Mg) dan Kalsium (Ca): Walaupun dalam proporsi yang lebih kecil, urin kambing juga dapat memberikan kontribusi magnesium dan kalsium. Kedua mineral ini penting untuk perkembangan tanaman, struktur sel, dan proses fisiologis lainnya.
 4. Unsur Jejak (*Trace Elements*): Selain nutrisi utama, urin kambing juga mengandung unsur jejak seperti besi, mangan, seng, tembaga, dan boron. Meskipun diperlukan dalam jumlah kecil, unsur jejak ini esensial untuk menjaga kesehatan tanaman.

Menurut Chaturvedi (2022) biokimia yang terkandung dalam urin kambing dibandingkan dengan urin sapi yaitu sebagai berikut (tabel 3.1):

Tabel 3.1. Kandungan Biokimia Urin Sapi dan Kambing (Chaturvedi et al., 2022)

Senyawa Kimia	Urin Sapi	Urin Kambing
Nitrogen	+	+
Amonia	+	+
Phenol	+	+

p-ethylphenylsulphuric acid	-	+
Allantoin	+	-
Kalsium	+	+
Klorida	+	+
Coproporphyrin	-	-
Kreatinin	+	+
Magnesium	-	+
Potasium	+	+
Sodium	+	+
Sulfat	+	+
Asam urat	+	+
Uroporphyrin	+	+
Glukosa	Nil	Nil
Protein	Nil	Nil
Hemoglobin	Nil	Nil

Isnaini (2022) menyatakan bahwa urin kambing memiliki hormon alami golongan IAA, giberelin, dan sitokinin lebih tinggi dari pada urin ternak lain. Kadar giberelin yang terkandung dalam urin kambing 938 ppm, auksin 356 ppm. IAA (*Indole Acetil Acid*) adalah salah satu kandungan zat perangsang tumbuh yang dapat mempengaruhi pembentukan jaringan berbagai organ maupun sistem organ tanaman diantaranya merangsang perkembangan akar, tunas, meningkatkan proses fisiologi tanaman dan meningkatkan penyerapan hara (Rosyadi dkk., 2021). Memanfaatkan urin kambing sebagai pupuk organik dapat memberikan keuntungan dalam menyediakan nutrisi alami

bagi tanaman dan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia.

3.2. Mikroorganisme pada Urin Kambing

Mikroorganisme pada urin kambing dapat memberikan kontribusi positif sebagai pupuk alami atau pupuk organik. Beberapa mikroorganisme yang dapat ditemukan dalam urin kambing dan memiliki potensi sebagai pupuk menurut Tomar (2018) diantaranya:

1. Bakteri Nitrobacter dan Nitrosomonas: Bakteri ini berperan dalam siklus nitrogen. Nitrosomonas mengubah amonia menjadi nitrit, sedangkan Nitrobacter mengubah nitrit menjadi nitrat. Nitrat adalah bentuk nitrogen yang dapat diserap oleh tanaman.
2. Bakteri Pelarut Fosfat: Beberapa jenis bakteri seperti Pseudomonas dan Bacillus dapat membantu melarutkan fosfat dalam urin kambing, sehingga lebih mudah diserap oleh tanaman.
Bakteri Pengurai: Bakteri pengurai, seperti bakteri dari genus Bacillus, dapat membantu dalam penguraian bahan organik yang terkandung dalam urin, sehingga nutrisinya lebih mudah diakses oleh tanaman.
3. Fungi Mikoriza: Fungi mikoriza adalah jenis fungi yang membentuk hubungan mutualistik dengan akar tanaman, membantu meningkatkan penyerapan nutrisi oleh tanaman.

4. Actinomycetes: Bakteri ini berperan dalam penguraian bahan organik kompleks dan membantu meningkatkan struktur tanah.

Penggunaan urin sebagai pupuk memerlukan perhatian terhadap rasio nutrisi, konsentrasi urin, dan metode aplikasi. Sebelum menggunakannya, disarankan untuk melakukan uji tanah dan memastikan bahwa kandungan nutrisi dalam urin kambing sesuai dengan kebutuhan tanaman yang akan ditanam. Hal tersebut dimaksudkan agar tidak terjadi respon yang negatif baik bagi tanaman maupun unsur hara tanah. Sebagai contoh jika kadar urin terlalu tinggi dapat menyebabkan pemekatan pada tanah, sehingga akar akan sulit menembus tanah untuk mendapatkan nutrisi (Sitinjak & Pratomo., 2019).

3.3. Prosedur Kolektif dan Penggunaan Urin Kambing sebagai Pupuk Organik Cair

Limbah urin kambing memiliki potensi sebagai sumber nutrisi yang berharga untuk tanaman. Komposisi urin kambing yang kaya akan nutrisi esensial seperti nitrogen, fosfor, dan kalium menjadi faktor penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Namun, penting untuk diperhatikan dalam menjalani proses pengolahan yang tepat sebelum mengaplikasikannya agar dapat menghindari potensi risiko kesehatan dan mengurangi bau yang tidak diinginkan.

Berikut adalah beberapa langkah yang dapat diambil untuk menciptakan pupuk organik dari urin kambing (Lestari et al., 2022).

1. Pengumpulan dan Penyimpanan:
 - Kumpulkan urin kambing dalam wadah yang bersih dan tahan air. (beri gambar)
 - Simpan urin dalam wadah tertutup untuk mencegah kehilangan nutrisi dan mengurangi bau yang tidak diinginkan.
2. Pencampuran dengan Air:
 - Encerkan urin kambing dengan air dalam perbandingan yang biasanya sekitar 1:4 atau 1:5. Proses pencampuran membantu mengurangi tingkat keasaman dan menghindari risiko terbakarnya tanaman akibat kandungan nitrogen yang tinggi.
3. Fermentasi:
 - Biarkan campuran urin dan air mengalami proses fermentasi selama 2-3 minggu. (beri gambar)
 - Fermentasi berperan dalam mengubah senyawa-senyawa yang potensial berbahaya menjadi bentuk yang lebih aman bagi tanaman.
4. Penyaringan:
 - Saring campuran yang telah mengalami fermentasi untuk menghilangkan partikel kasar dan memastikan kebersihan pupuk.
5. Aplikasi:
 - Pupuk organik yang dihasilkan dapat digunakan sebagai pupuk cair atau dicampur dengan bahan organik lain untuk membentuk pupuk padat. (beri gambar)

Terapkan pupuk ini pada tanaman sesuai dengan dosis yang direkomendasikan untuk jenis tanaman tertentu.

3.4. Mekanisme Simbiosis Urin Kambing dengan Tanaman

Proses simbiosis antara urin kambing dan tanaman melibatkan beberapa mekanisme yang menciptakan hubungan mutualistik di mana keduanya saling menguntungkan. Berikut adalah beberapa mekanisme yang terlibat dalam simbiosis ini (Batubara et al., 2021).

a. Pemberian Nutrisi:

Urin kambing mengandung nutrisi esensial seperti nitrogen, fosfor, kalium, magnesium, dan unsur jejak lainnya. Nutrisi-nutrisi ini berfungsi sebagai sumber makanan langsung bagi tanaman. Nitrogen, sebagai contoh, merupakan elemen penting untuk pembentukan protein dan pertumbuhan daun.

b. Peningkatan Aktivitas Mikroba Tanah:

Nutrisi yang terkandung dalam urin kambing mendukung pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme dalam tanah. Mikroba tanah membantu dalam menguraikan bahan organik kompleks menjadi bentuk yang dapat diserap oleh tanaman.

c. Perbaikan Struktur Tanah:

d. Urin kambing dapat membantu meningkatkan struktur tanah dengan meningkatkan agregat tanah dan retensi air. Ini dapat memperbaiki kapasitas tanah untuk menyediakan nutrisi dan air kepada tanaman.

Peningkatan Ketersediaan Nutrisi:

Nutrisi yang terkandung dalam urin kambing dapat merangsang aktivitas bakteri pengikat nitrogen (nitrogen-fixing bacteria) yang membantu mengubah nitrogen atmosfer menjadi bentuk yang dapat diserap oleh tanaman. Hal ini meningkatkan ketersediaan nitrogen bagi tanaman di sekitar akar.

e. Peningkatan Resistensi Tanaman:

Kalium dalam urin kambing dapat meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit dan stres lingkungan. Nutrisi yang seimbang membantu tanaman menjadi lebih tahan terhadap serangan patogen dan kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan.

f. Pertukaran Hubungan Hormonal:

Komponen-komponen dalam urin kambing dapat memicu produksi hormon pertumbuhan pada tanaman, hal ini dapat merangsang pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara positif. Dengan demikian, urin kambing dapat berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman dengan cara-cara yang memanfaatkan sifat-sifat alami nutrisi yang terkandung dalam urin.

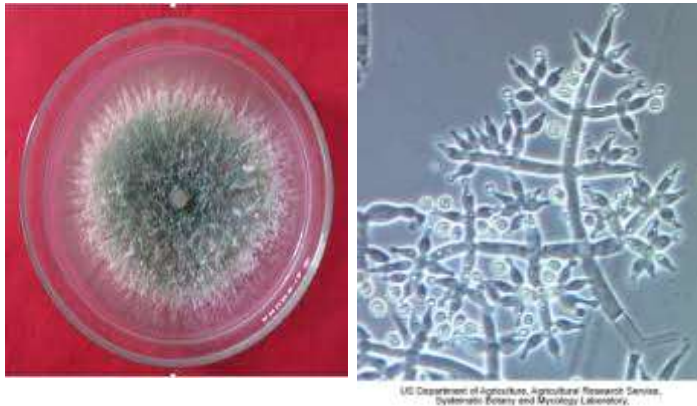


BAB 4

JAMUR *TRICHODERMA* *SP.* DARI AKAR BAMBU

4.1. Karakteristik Jamur *Trichoderma sp.*

Trichoderma sp. adalah pertumbuhan paling umum di tanah, terutama dengan bahan organik tinggi. Jamur bermanfaat sebagai pemicu pertumbuhan dan agen hayati potensial dalam mengendalikan penyakit tanaman. Hubungan *Trichoderma sp.* dan tumbuhan bersifat mutualisme, tumbuhan mengambil keuntungan dalam hal pertumbuhan dan pengendalian penyakit, sedangkan *Trichoderma sp.* mendapat unsur hara yang dihasilkan oleh tanaman (Jaya, K *et al*, 2023)



Gambar 4.1. *Trichoderma sp.* Secara makroskopis dan mikroskopis (Doo et al., 2023).

Trichoderma sp. Sebagai agens hayati yang secara alami dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan beberapa jenis penyakit tular tanah karena memiliki sifat antagonisme terhadap patogen berupa kompetisi ruang dan nutrisi, mikoparasit dan antibiosis. Selain itu, jamur *Trichoderma sp.* juga memiliki beberapa kelebihan seperti mudah diisolasi, daya adaptasi luas, mudah ditemukan pada areal pertanaman, dapat tumbuh dengan cepat pada berbagai substrat, memiliki kisaran mikroparasitisme yang luas dan tidak bersifat patogen pada tanaman (Sanathan, A et al, 2023).

Karakterisasi morfologi *Trichoderma sp.* bedakan secara makroskopis maupun mikroskopis. Karakter morfologi yang diamati secara makroskopis meliputi warna dan bentuk koloni. Sedangkan karakter morfologi yang diamati secara mikroskopis meliputi bentuk konidiofor, fialid dan konidia (Gambar 3.1) (Gusnawaty et al, 2014); (Doo et al., 2023).

Menurut Marianah (2013) Peran utama *Trichoderma* sp. Adalah dalam menguraikan bahan organik, termasuk nitrogen yang ada dalam senyawa kompleks. Dengan cara ini, nitrogen tersebut dapat tersedia untuk digunakan oleh tanaman, yang pada gilirannya merangsang pertumbuhan tanaman. Peningkatan ketersediaan unsur nitrogen inilah yang secara signifikan memengaruhi perkembangan organ-organ vegetatif tanaman, seperti tinggi tanaman dan jumlah daun, yang merupakan faktor-faktor penentu berat basah tanaman (Siregar et al., 2018).

4.2. Manfaat Jamur *Trichoderma* sp. untuk tanaman

Penyakit tanaman merupakan factor pembatas terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Metode pengendalian yang sering dilakukan oleh para petani untuk mengatasi masalah tersebut yaitu penggunaan bahan pestisida sintetik yang melebihi dosis anjuran dan digunakan secara terus-menerus sehingga mengakibatkan akumulasi pestisida di tanah. Akumulasi pestisida yang tinggi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan bahkan ke tingkat konsumen, berkurangnya mikroorganisme tanah, dan kerentanan tanaman (Miftakhun, 2017).

Pengendalian hayati dapat digunakan dalam penanggulangan penyakit tanaman. Agens hayati yang digunakan untuk mengendalikan penyakit disebut agens antagonis. Pemanfaatan agens hayati dalam menekan

perkembangan penyakit terus dikembangkan dan dimasyarakatkan ke petani. Penerapan Agens Pengendalian Hayati (APH) didasarkan pada pendekatan ekologi, ekonomi, sosial dan budaya, dengan tujuan mengendalikan populasi atau intensitas serangan Organisme PenggangguTumbuhan sampai tingkat yang tidak menimbulkan kerusakan ekonomis (Utami, W. P *et al*, 2023).

Penyakit tanaman yang disebabkan oleh patogen menjadi masalah serius bagi para petani dan perlu tindakan untuk mengendalikan penyakit yang menyerang tanaman tersebut. Di Indonesia, sebagian besar petani masih menggunakan pestisida kimia sebagai pengendalian penyakit tanaman. Namun penggunaan pestisida yang tidak terkontrol dapat memberikan dampak yang buruk pada lingkungan dan kesehatan konsumen serta biaya produksi yang mahal bagi para petani. Salah satu alternatif yang dapat dikembangkan oleh petani terutama di Indonesia di masa depan adalah memanfaatkan *Trichoderma* sp. ntuk mengendalikan penyakit pada tanaman. Pengendalian penyakit tanaman menggunakan *Trichoderma* sp. selain merupakan proses pengendalian yang ramah lingkungan, juga terbukti dapat menekan pertumbuhan patogen serta membantu pertumbuhan vegetative tanaman (Doo, S. R. P *et al*, 2023). Dalam beberapa publikasi dilaporkan bahwa pemberian pupuk organik yang dicampur dengan *Trichoderma* terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Lehar 2012; Utama *et al.*, 2015).*Trichoderma* sp. dapat

dimanfaatkan sebagai pengendalian penyakit tanaman (Damiri *et al.*, 2014; Herman *et al.*, 2014; Purwantisari), penyusun pupuk hayati (*biofertilizer*) dan sebagai elisitor produksi metabolit sekunder. *Trichoderma* sp juga dapat menghasilkan enzim β -1,3 glukanase dan kitinase (Adriansyah *et al.*, 2015).

4.3. Proses isolasi *Trichoderma* sp. dari akar bambu

Isolasi jamur *Trichoderma* sp. dari akar bambu dapat dilakukan dengan metode perangkap media. Metode ini dilakukan dengan cara menyediakan media pertumbuhan yang sesuai untuk jamur *Trichoderma* sp., kemudian menempatkannya di sekitar akar bambu. Jamur *Trichoderma* sp. akan tumbuh di media tersebut dan dapat dipisahkan dari media setelah tumbuh cukup banyak.

Berikut adalah tahapan isolasi jamur *Trichoderma* sp. dari akar bambu dengan metode perangkap media (Doo *et al.*, 2023).

1. Persiapan bahan-bahan yang diperlukan:
 - a. Akar bambu
 - b. Media pertumbuhan jamur *Trichoderma* sp.: seperti nasi, tepung jagung, atau sawi
 - c. Gelas atau botol plastik
 - d. TissuePlastik wrap
2. Mencuci bersih akar bambu dengan air mengalir.
3. Memisahkan akar bambu dari tanahnya.
4. Memotong akar bambu menjadi ukuran kecil-kecil.

5. Memasukkan potongan akar bambu ke dalam gelas atau botol plastik.
6. Mengisi media pertumbuhan jamur *Trichoderma* ke dalam gelas atau botol plastik hingga penuh.
7. Menutup gelas atau botol plastik dengan tissue dan plastik wrap.
8. Menginkubasi gelas atau botol plastik di tempat yang teduh dan sejuk selama 7-14 hari.

Setelah 7-14 hari, jamur *Trichoderma* sp. akan tumbuh di media. Jamur *Trichoderma* sp. dapat dipisahkan dari media dengan cara berikut:

- a. Membuka gelas atau botol plastik.
 - b. Mengangkat tissue dan plastik wrap.
 - c. Memisahkan akar bambu dari media.
 - d. Memisahkan jamur *Trichoderma* sp. dari akar bambu dengan menggunakan pinset.
- a. Jamur *Trichoderma* sp. yang telah dipisahkan dapat diidentifikasi dengan cara melihat morfologinya di bawah mikroskop. Beberapa tips untuk isolasi jamur *Trichoderma* sp. diantaranya: Gunakan akar bambu yang sehat dan segar.
 - b. Gunakan media pertumbuhan jamur *Trichoderma* yang sesuai.
 - c. Inkubasikan gelas atau botol plastik di tempat yang teduh dan sejuk.
 - d. Pisahkan jamur *Trichoderma* dari media dengan hati-hati.
 - e. Identifikasi jamur *Trichoderma* sp. dengan benar.

Hasil penelitian Uraillal dkk (2012), dedak, beras, serbuk gergaji, akar bambu dan sekam padi dapat digunakan sebagai media perbanyakan *Trichoderma* sp. Bahan-bahan tersebut mengandung karbohidrat, serat, nit-rogen, posfat, kalium, yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan *Trichoderma* sp.

BAB 5

LIMBAH AIR CUCIAN BERAS

5.1. Definisi Air Cucian Beras

Petani di Indonesia biasanya menggunakan pupuk kimia untuk membantu proses produksi tanaman. Namun, pupuk ini memiliki dampak negatif pada lahan pertanian. Menurut Djuarni (Solikah dkk., 2022), yang menyatakan bahwa penggunaan pupuk kimia menimbulkan akibat sebagai berikut: 1) tanaman menjadi sangat rentan terhadap hama dan meskipun sangat produktif, tetapi tidak tahan terhadap hama tersebut; 2) hilangnya pengetahuan lokal untuk mengelola lahan pertanian dan ketergantungan petani pada kemasan pertanian untuk produk industri. Hal ini menyebabkan petani Indonesia mencari alternatif pupuk yang lebih ramah terhadap tanah dan lingkungan yaitu pupuk organik cair (POC) (Solikah dkk., 2022).

Air cucian beras merupakan salah satu limbah rumah tangga yang hingga saat ini jarang dirasakan manfaatnya. Limbah air cucian beras didapatkan dari air yang berasal

dari beras yang dicuci dengan air jernih untuk menghilangkan debu, dedak, dan kotoran lain (Faizah, R *et al*, 2023). Air cucian beras merupakan salah satu limbah yang akan mudah kita temui dalam kehidupan kita. Konsumsi beras yang tinggi dalam kehidupan sehari-hari menyebabkan banyaknya air cucian beras yang terbuang dan jarang untuk dimanfaatkan. Akan tetapi, nyatanya air cucian beras mengandung banyak nutrisi yang berguna untuk menyuburkan tanaman (Haryadi, N *et al*, 2023).

5.2. Manfaat dan Kandungan Air Cucian Beras

Air cucian memiliki banyak manfaat, Penelitian menunjukkan bahwa air cucian beras dapat bermanfaat sebagai Pupuk Organik Cair (POC) yang dapat berguna sebagai pupuk tanaman dan bahan penyubur tanah (Nabayi *et al.*, 2021). Kandungan hara yang terdapat dalam air cucian beras memiliki kandungan hara yang lebih tinggi dibanding air cucian beras merah (Wulandari, 2012 dalam Okalia *dkk.*, 2021). Hara dari air cucian beras yang diolah menjadi POC berupa N, P, dan K dan unsur mikro lainnya diperoleh dari hasil fermentasi yang dilakukan selama beberapa waktu (Okalia *dkk.*, 2021). Limbah air cucian beras memberikan manfaat nyata pada pertumbuhan tanaman (Lalla, 2018), meningkatkan berat buah (Yulianingsih, 2017) dan jumlah daun (Hairudin *dkk.*, 2018). Selain bagi tanaman, POC dari limbah air cucian beras juga baik dalam memperbaiki sifat kimia tanah dengan

meningkatkan pH tanah, C organik dan N total (Febrianna dkk., 2018).

Air bekas cucian beras juga memiliki banyak nutrisi yang terkandung di dalamnya antara lain adalah 70% vitamin B3, 80% vitamin B1, 90% vitamin B6, 50% fosfor, 50% mangan, dan juga memiliki kandungan zat besi sebanyak 60% sehingga sangat baik untuk pertumbuhan tanaman (Bukhori, 2013). Ada banyak manfaat air cucian beras untuk tanaman yang belum banyak diketahui. Air cucian beras mengandung banyak nutrisi penting bagi tanaman sekaligus mengandung bakteri baik. Air beras mengandung 90 persen karbohidrat berbentuk pati yang penting untuk hormon auksin, alanin dan gibbereline pada tanaman (Sifaunajah dkk., 2022)

Dari berbagai macam zat yang terkandung, air beras memiliki beberapa manfaat bagi manusia diantaranya pembuatan sirup melalui fermentasi dengan penambahan tanaman rosella sebagai pewarna alami (Asgad dkk, 2013). Limbah air cucian beras telah digunakan untuk pertumbuhan berbagai tanaman. G.M dkk (2012) menyatakan bahwa limbah ini dapat meningkatkan pertumbuhan akar selada pada jenis dan kadar air yang berbeda.

1. Berikut adalah beberapa manfaat air cucian beras untuk tanaman yang telah diteliti oleh para peneliti: **Peningkatan kesuburan tanah**

Penelitian yang dilakukan oleh Nabayi (2021) menunjukkan bahwa pemberian air cucian beras dapat meningkatkan kadar nitrogen, fosfor, kalium, dan pH tanah. Penelitian lain yang dilakukan oleh Noviyanty

and Salingkat (2018) menunjukkan bahwa pemberian air cucian beras dapat meningkatkan kandungan bahan organik dan kapasitas tukar kation (KTK) tanah. Air cucian beras dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan cara menambah kandungan unsur hara, seperti nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, magnesium, sulfur, dan mikronutrien lainnya. Unsur-unsur hara tersebut penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

2. Peningkatan pertumbuhan dan produksi tanaman

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Husna (2022) menunjukkan bahwa pemberian air cucian beras dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot kering tanaman kangkung darat. Penelitian lain yang dilakukan oleh Harahap (2021) menunjukkan bahwa pemberian air cucian beras dapat meningkatkan produktivitas tanaman tomat. Mekanisme air cucian beras dapat mempercepat pertumbuhan dan produksi tanaman yaitu dengan caramenyediakan nutrisi yang kompleks bagi tanaman. Berikut beberapa jenis nutrisi yang terkandung pada air cucian beras (Tabel 5.1).

Tabel 5.1. Kandungan Nutrisi Air Cucian Beras (Nabayi et al., 2021)

Jenis nutrisi	Kadar (%)
Nitrogen	0,015
Fosfor	16,306
Kalium	0,02

Kalsium	2,944
Magnesium	14,252
Sulfur	0,027
Besi	0,0427
Vitamin B1	0,043

3. Peningkatan daya tahan tanaman terhadap hama dan penyakit

Air cucian beras dapat meningkatkan daya tahan tanaman terhadap hama dan penyakit dengan cara meningkatkan imunitas tanaman. Selain itu, juga dapat menghasilkan senyawa antibakteri dan antivirus yang dapat membantu melindungi tanaman dari serangan hama dan penyakit. Penelitian yang dilakukan oleh Elfarisna (2016) menunjukkan bahwa pemberian air cucian beras pada tanaman melati dapat meningkatkan daya tahan tanaman cabai terhadap serangan penyakit layu bakteri. Penelitian lain yang dilakukan oleh Nabayi (2021) menunjukkan air cucian beras dapat meningkatkan daya tahan beberapa tanaman buah seperti tomat dan terong terhadap serangan bakteri *Ralstonia solanacearum*.

4. Peningkatan kualitas hasil panen

Air cucian beras dapat meningkatkan kualitas hasil panen dengan cara meningkatkan kandungan nutrisi dan antioksidan pada hasil panen. Air cucian beras juga dapat membantu melindungi hasil panen dari kerusakan akibat hama dan penyakit. Penelitian yang dilakukan oleh Hartati dan Haryono (2022) menunjukkan bahwa pemberian fermentasi air cucian beras dengan

konsentrasi 50% sampai 100% selama 15 hari mampu meningkatkan produktivitas tanaman anggrek. Penelitian lain yang dilakukan oleh Santosa dan Soekendarsi (2018) menunjukkan bahwa pemberian campuran air cucian beras dengan air kelapa dapat meningkatkan pertumbuhan akar, batang, dan tinggi tanaman pucuk merah (*Syzygium myrtifolium* (Roxb)). Berdasarkan hasil penelitian-penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa air cucian beras memiliki berbagai manfaat bagi tanaman. Air cucian beras dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesuburan tanah, pertumbuhan dan produksi tanaman, daya tahan tanaman terhadap hama dan penyakit, serta kualitas hasil panen.

5.3. Prosedur Penggunaan Air Cucian Beras sebagai Pupuk Organik

Menurut penelitian Sifaunajah (2022) menyatakan bahwa tahapan proses pembuatannya, sebagai berikut:

- a. Tuangkan air cucian beras ke dalam wadah baskom atau ember.
- b. Tambahkan EM4 sebagai starter dalam pembuatan POC, Em4 ini mengandung jenis bakteri baik yang bermanfaat, adapun dosisnya adalah 200 ml per liter air cucian beras.
- c. Tambahkan juga gula merah dengan dosis 20 gr per liter air cucian beras. Gula merah ini berfungsi sebagai sumber energi bagi bakteri.

- d. Aduk semua bahan hingga merata dan masukkan ke dalam toples tertutup. Toples yang digunakan harus dimodifikasi dengan menambahkan selang yang dihubungkan ke botol kecil untuk tempat pembuangan gas yang ditimbulkan oleh proses fermentasi.
- e. Lakukan pengocokan berkala selama proses fermentasi yaitu sekitar 1 minggu. Fermentasi POC air cucian beras yang berhasil ditandai dengan aroma seperti tape, dan jika gagal memiliki bau tidak sedap.
- f. Setelah satu minggu POC air cucian beras sudah dapat digunakan.

BAB 6

LIMBAH AIR KOLAM

6.1. Mikroorganisme Air Kolam

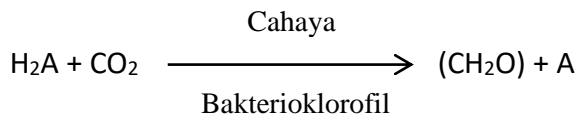
Mikroorganisme merupakan makhluk hidup yang memiliki ukuran yang sangat kecil. Mikroorganisme ada yang hanya terdiri dari sel tunggal (uniseluler) maupun bersel banyak (multiseluler). Setiap sel memiliki kemampuan untuk mengalami pertumbuhan, memperbanyak diri, dan menghasilkan energi (Kumar 2012). Mikroorganisme berinteraksi dengan sesama mikroorganisme maupun dengan organisme lain yang kemudian akan memberikan efek yang beraneka ragam, baik menguntungkan maupun merugikan.

Pada Air kolam terdapat mikroorganisme berupa bakteri dari golongan *Cyanobacteria*, diketahui bakteri tersebut dapat dimanfaatkan untuk pembuatan biofertilizer karena kemampuannya dalam membantu proses fotosintesis pada tanaman (Massey et al., 2023).

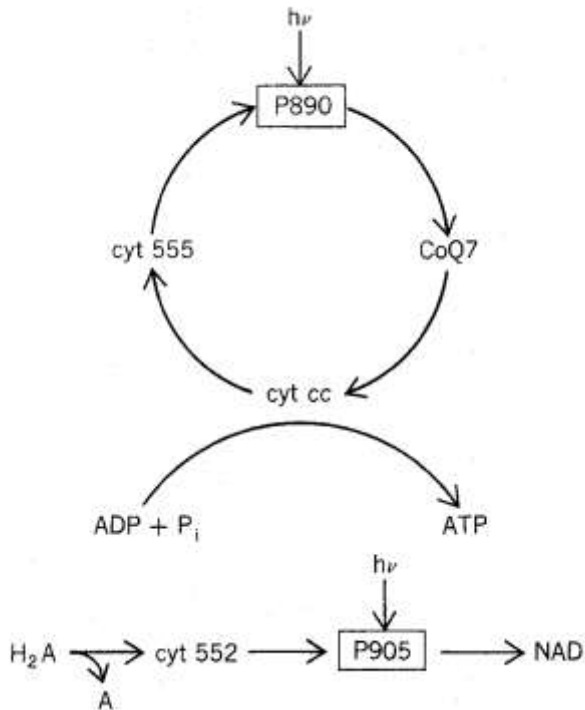
6.2. Definisi Bakteri Fotosintesis

Bakteri fotosintesis merupakan bakteri yang memiliki peran penting dilingkungan. Hampir sepertiga di bumi, fotosintesis lebih banyak dilakukan oleh mikroorganisme. Sejarah mencatat bahwa S. Vinogradsky pada tahun 1889 merupakan orang yang pertama kali mengenalkan bakteri ini, yang mana dilanjutkan penelitian lebih dalam lagi oleh C.B. Van Niel.

Bakteri fotosintesis merupakan bakteri yang mampu merubah energi cahaya matahari menjadi energi kimia bebas, yang prosesnya hampir mirip dengan tumbuhan adapun reaksi sebagai berikut (Govindjee, 1971):



Dimana H₂A adalah H₂ donor yang bersumber dari luar (tergantung sumbernya), jika pada tanaman H₂A adalah air, dan CH₂O adalah karbohidrat. Tidak seperti pada tanaman, bakteri fotosintesis tidak menghasilkan O₂ sebagai produk akhirnya. Mekanisme terjadinya reaksi fotosintesis pada bakteri dimulai dari penyerapan energi matahari oleh karotenoid B800 dan B850 dan dialirkan ke B890 disimpan sebagai energi simpanan. Setelah itu akan terjadi reaksi primer yaitu reaksi oksidasi pada energi simpanan oleh sitokrom dan P890 Serta reaksi reduksi oleh ubikuinon. Sebagai contoh untuk reaksi fotosintesis pada bakteri sebagai berikut (Gambar 6.1):



Gambar 6.1. Reaksi Fotosintesis pada bakteri fotosintesis. $h\nu$:cahaya matahari, cyt:sitokrom (Govindjee, 1971).

Menurut Norbert Pfennig (1967) bakteri fotosintesis merupakan organisme air yang khas, yang menghuni di lingkungan laut maupun lingkungan perairan. Kelompok bakteri fotosintesis dibagi menjadi 3 yakni:

1. Bakteri nonsulfur ungu dan coklat ; Athiorhodaceae
2. Bakteri Sulfur ungu: Thiorhodaceae

Bakteri sulfur hijau: Chlorobacteriaceae Adapun menurut Aswati bahwa klasifikasi bakteri fotosintesis dibagi menjadi

2 kelompok besar yaitu Bakteri fotosintesis anoksigenik dan Bakteri fotosintesis oksigenik (Tabel 6.1).

Tabel 6.1. Klasifikasi bakteri fotosintesis Pfennig (1967)

Kategori	Tipe	Pigmen	Sumber C	Electron donor
Anoksigenik	Bakteri ungu	Bakteri klorofil <i>a</i> dan <i>b</i>	C organik dan/atau CO ₂	H ₂ , H ₂ S, S
	Bakteri hijau	Bakteri klorofil <i>c</i> , <i>d</i> dan <i>e</i> serta sedikit yang menggunakan klorofil <i>a</i>	CO ₂	H ₂ S, S
Oksigenik	Sianobakteria	Klorofil <i>a</i> , pikobilin	CO ₂	H ₂ O
	Prokloropites	Klorofil <i>a</i> dan Klorofil <i>b</i>	CO ₂	H ₂ O

Bakteri fotosintesis anoksigenik dapat ditemukan di air tawar, air payau, air laut maupun air yang sangat asin. Fotosintesis anoksigenik tergantung pada electron donor seperti senyawa belerang tereduksi, molekul hidrogen ataupun senyawa organik lainnya. Bakteri fotosintesis anoksigenik dikelompokkan berdasarkan pigmentasinya yaitu

1. Bakteri sulfur ungu,
Tumbuh dalam kondisi anaerobik dengan adanya cahaya dan tidak menggunakan donor elektron. Sintesis pigmen ditentukan oleh kadar O_2 . Pembagian kelompok bakteri sulfur ungu yaitu alpha, beta, gamma, delta dan Epsilon. Bakteri sulfur ungu juga dibagi menjadi bakteri sulfur ungu dan bakteri non sulfur.
2. Bakteri sulfur hijau
Bakteri pada umumnya berwarna coklat hal ini dikarenakan adanya komponen senyawa karotenoid. Tergolong bakteri gram negative dan mengandung bakterioklorofil c, bakterioklorofil d, atau bakterioklorofil e dan ada beberapa yang mengandung bakterioklorofil a. bakteri sulfur hijau dan bakteri non sulfur hijau.
3. Heliobacteria.
Sebagian besar ditemukan pada tanah tropis di persawahan. Bakteri mengandung bakterioklorofil yang memiliki gugus vinil ($H_2C = CH_2$)
Bakteri fotosintesis oksigenik Memiliki sifat uniseluler atau multiseluler serta memiliki bakterioklorofil a dan melakukan fotosintesis oksigenik.

6.3. Fungsi Bakteri Fotosintesis

Kegunaan bakteri fotosintesis terhadap tumbuhan telah banyak dilaporkan. Nadzifatin (2023) melaporkan bahwa penggunaan bakteri fotosintesis membantu mengikat nitrogen ke tanaman yaitu mengikat N_2 bebas dan mengubah menjadi senyawa nitrogen dan senyawa

ammonium. Hal ini dipengaruhi karena adanya modifikasi dari tubuh bakteri yang dikenal sebagai tempat fiksasi nitrogen oleh nitrogenase.

Bakteri fotosintesis mampu memacu percepatan pertumbuhan tanaman hal ini dipengaruhi oleh kemampuan bakteri fotosintesis dalam menghasilkan berbagai macam zat seperti asam amino, polipeptida, vitamin dan senyawa anti bakteri maupun anti jamur.

Kegunaan lainnya bakteri fotosintesis ini mampu melarutkan fosfat yang tidak larut seperti Kalsium fosfat, besi fosfat, aluminium fosfat dan hidroksiapatit dalam tanah. Sehingga, ketersediaan fosfor dalam tanah meningkat. Selain yang telah disebutkan diatas terdapat berbagai manfaat pula tentang bakteri fotosintesis yaitu berpotensi sebagai pupuk organik pada tanaman. Membantu menambahkan gas hidrogen sulfida di dalam tanah dari proses dekomposisi bahan organik, Meningkatkan pertumbuhan akar batang dan daun tanaman. Sebagai sumber mineral asam amino, asam nukleat, senyawa aktif fisiologis dan polisakarida

Dilaporkan bahwa penggunaan sianobakteri dapat meningkatkan N pada tanah, panjang tunas, panjang akar, dan berat kering pada tanaman gandum. Bakteri *Anabaena sp.* dapat meningkatkan persentase perkecambahan, berat basah dan berat kering, panjang tunas maupun batang serta pigmen fotosintesis pada tanaman barley dan kelabat (Gonçalves, L.A., 2021).

Penggunaan bakteri fotosintesis pada pertanian sangatlah menjanjikan hal ini dikarenakan banyak manfaat yang

didapatkan seperti meningkatkan mobilitas nutrisi esensial pada tanaman, sebagai bioremediasi logam berat dan senobiotik, perlindungan tanaman terhadap hama dan penyakit, serta dapat meningkatkan fisik dan kimia tanah. Sehingga bakteri fotosintesis ini dapat dijadikan alternatif pupuk pada tanaman (Macik, et al, 2020).

6.4. Pembuatan Pupuk dari Limbah Air Kolam dan Aplikasi ke Lahan

Dalam pembuatan pupuk bakteri fotosintesis diperlukan tahap awal yaitu persiapan alat dan bahan untuk menunjang keberhasilan pupuk. Alat dan bahan yang digunakan yakni ember, gayung, botol air mineral 1.5 liter, air steril atau air kolam ikan 20 liter, 3 buah telur, MSG 3 Sendok Makan dan biang bakteri (Alif, dkk., 2023).

Prinsip pembuatan bakteri fotosintesis yaitu dengan memanfaatkan MSG dan telur yang mana terdapat kandungan asam amino sebagai sumber makanan untuk memancing munculnya bakteri fotosintesis. Tidak kalah pentingnya bahwa penjemuran larutan dibawah sinar matahari juga memegang peranan penting dalam keberhasilan munculnya bakteri.

Prinsip pemanfaatan bakteri fotosintesis (PSB) yaitu bakteri bebas yang mensintesis senyawa nitrogen, gula dan substansi bioaktif lainnya. Hasil metabolit yang diproduksi dapat diserap langsung oleh tanaman dan tersedia sebagai substrat untuk perkembangan mikroorganisme yang menguntungkan (Massey et al., 2023). Berikut adalah

langkah-langkah pembuatan pupuk bakteri fotosintesis (Alif, dkk., 2023):

1. Campurkan 3 butir telur ayam dan 3 sendok makan Monosodium Glutamat (MSG) lakukan pengocokan.
2. Masukkan campuran larutan telur ke dalam air kolam ikan sebanyak 20 liter secara perlahan-lahan. Jika tidak ada air kolam maka bisa diganti dengan menggunakan air hujan ataupun air steril/aquadest. Dalam proses ini bisa juga ditambahkan biang bakteri.
3. Lakukan pengadukan hingga larutan tercampur rata.
4. Pindahkan larutan dengan segera ke dalam botol air mineral ukuran 1.5 Liter.
5. Tutup rapat botol dan pastikan tidak ada udara yang masuk kedalam larutan
6. Lakukan penjemuran dibawah sinar matahari selama kurang lebih 3 Minggu.
7. Lakukan pengocokan larutan terutama pada siang hari.
8. Jika warna larutan sudah berubah merah kecoklatan maka pupuk sudah bisa digunakan.



(a)

(b)

Gambar 5.2. Pupuk Photosintesis Bakteri. a) Larutan awal, b) Pupuk siap digunakan (Alif, dkk., 2023).

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan Pupuk Bakteri Photosintesis ini diantaranya adalah:

1. Air yang digunakan harus berasal dari air yang benar-benar steril hal ini dibutuhkan agar proses pembentukan bakteri target bisa berkembang dengan baik. Atau jika menggunakan air kolam maka digunakan air yang berasal dari kolam ikan lele, hal ini dikarenakan bakteri photosintesis sudah terkandung pada air kolam.
2. Proses penjemuran wajib dilakukan dibawah terik matahari, hal ini dikarenakan bakteri akan terbentuk dengan baik dengan bantuan sinar matahari.

Cara penggunaan pupuk bakteri photosintesis ini sangatlah mudah. Dengan memanfaatkan teori pengeceran maka larutan Pupuk Potosintesis bakteri dapat langsung digunakan. Yaitu sebanyak 10-20 ml larutan dicampurkan

dengan 2 liter air bersih dan disemprotkan disekitar tanaman.

Penyemprotan larutan pupuk dapat dilakukan pada pagi hari ataupun sore hari. Penyemprotan pada siang hari tidak dianjurkan, hal ini disebabkan tingkat transpirasi tanaman sangatlah tinggi. Sehingga dimungkinkan bakteri akan mudah menguap pada siang hari.

BAB 7

BIOURIN KAMBING

7.1. Sejarah Dan Definisi Biourin

Pemanfaatan urin ternak sebagai pupuk sudah dilakukan sejak zaman dahulu. Di India, misalnya, urin sapi telah digunakan sebagai pupuk sejak ribuan tahun yang lalu. Urin sapi juga digunakan sebagai bahan baku pembuatan obat-obatan tradisional (Modi et al., 2017).

Pada abad ke-19, seorang ilmuwan Prancis bernama Justus von Liebig menemukan bahwa urin sapi mengandung berbagai unsur hara penting bagi tanaman, seperti nitrogen, fosfor, dan kalium. Liebig juga menemukan bahwa urin sapi dapat difermentasi untuk meningkatkan kandungan unsur haranya. Pada abad ke-20, pemanfaatan urin ternak sebagai pupuk mulai berkembang di berbagai negara. Di Indonesia, pemanfaatan urin ternak sebagai pupuk mulai digalakkan pada tahun 1970-an.

Pada tahun 1990-an, pemerintah Indonesia mulai mengembangkan biourin sebagai pupuk organik cair. Pemerintah Indonesia juga memberikan bantuan kepada petani untuk membuat biourin. Saat ini, biourin telah

menjadi salah satu pupuk organik cair yang populer di Indonesia. Biourin digunakan oleh petani untuk meningkatkan kesuburan tanah dan hasil panen.

Berikut adalah beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk membuktikan manfaat biourin bagi tanaman:

- a. Penelitian yang dilakukan oleh Selmitri dan Setiawan (2023) menunjukkan bahwa biourin dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman lada (*Piper nigrum* L.). Dosis POC urin kambing terbaik diperoleh pada perlakuan 400 ml menurut variabel tinggi bibit, diameter batang dan bobot kering bagian atas tanaman, serta pada variabel jumlah daun dosis terbaik yaitu pada perlakuan 200 ml.

Penelitian yang dilakukan oleh Modi et al (2017) menunjukkan bahwa biourin bahwa urin sapi secara signifikan menurunkan pertumbuhan sel pertumbuhan bahkan setelah 10 hari inokulasi dibandingkan dengan kotoran sapi dan kotoran kambing dan kotoran sampel. Pertumbuhan penghambatan miselia bervariasi setelah 3, 5, 7 dan, 10 hari inokulasi. Dalam kasus urin sapi, pada sebagian besar perlakuan menunjukkan aktivitas maksimum pada 5 hari setelah inokulasi kemudian aktivitas urin sapi ditemukan berkurang. Kotoran kambing dan urin kambing juga menunjukkan penghambatan pertumbuhan sel namun pada tingkat yang lebih rendah dari urin sapi.

- b. Penelitian yang dilakukan oleh Sofyan (2017) menunjukkan aplikasi pupuk organik cair berbahan dasar urin kambing dapat meningkatkan tinggi tanaman,

bobot buah, dan jumlah tandan pada minggu I, II dan III. Dengan demikian terbukti bahwa biourin dapat meningkatkan kualitas buah tomat

Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa biourin memiliki berbagai manfaat bagi tanaman. Biourin dapat menjadi alternatif pupuk anorganik yang dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Pada kalangan petani, biourin dikenal sebagai pupuk organik cair yang berasal dari urin ternak ruminansia, seperti sapi, kerbau, kambing, dan domba. Urin ternak ruminansia mengandung berbagai unsur hara penting bagi tanaman, seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), sulfur (S), dan mikronutrien lainnya (Dharmayanti dkk., 2013).

Proses fermentasi urin ternak ruminansia dapat dilakukan dengan berbagai metode, baik secara sederhana maupun dengan menggunakan peralatan khusus (Gambar 6.1). Metode fermentasi yang sederhana dapat dilakukan dengan cara mencampurkan urin ternak ruminansia dengan air bersih, kemudian menambahkan starter berupa mikroorganisme fermentasi. Starter dapat berupa bahan alami, seperti kotoran sapi, dedak padi, atau tepung jagung (Anam dkk., 2022).



Gambar 7.1. Proses pembuatan dan hasil biourin
(Dokumentasi pribadi, 2023)

Proses fermentasi urin ternak ruminansia dapat berlangsung selama beberapa hari hingga beberapa minggu, tergantung pada suhu dan kelembaban lingkungan.

7.2. Biourin Kambing sebagai Biopestisida

Hama dan penyakit tanaman atau *pest* adalah faktor pembatas utama dalam produksi pertanian. Hama adalah organisme hidup yang merugikan tanaman, sedangkan penyakit adalah gangguan pada tanaman yang disebabkan oleh mikroorganisme, seperti bakteri, jamur, dan virus (Hendrawati dkk., 2015).

Hama tanaman dapat dikelompokkan menjadi beberapa kategori, yaitu:

- a. Serangga, seperti ulat grayak, kutu daun, wereng, dan belalang.
- b. Hewan pengerat, seperti tikus, tupai, dan babi hutan.
- c. Tumbuhan pengganggu, seperti gulma.
- d. Hewan parasit, seperti nematoda dan kutu daun.

Penyakit tanaman dapat dikelompokkan menjadi beberapa kategori, yaitu:

- a. Penyakit yang disebabkan oleh bakteri, seperti hawar daun, layu bakteri, dan busuk buah.
- b. Penyakit yang disebabkan oleh jamur, seperti embun tepung, karat, dan bercak daun. Penyakit yang disebabkan oleh virus, seperti kerdil mosaik, layu kuning, dan kuningan.

Hama dan penyakit tanaman dapat menyebabkan berbagai kerugian, diantaranya penurunan produksi dan kualitas hasil panen menurun hingga dapat meningkatkan risiko penyebaran hama dan penyakit.

Pengendalian hama dan penyakit tanaman dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu:

1. Pencegahan, yaitu dengan upaya-upaya untuk mencegah masuknya hama dan penyakit ke dalam lahan pertanian.
2. Pengendalian hayati, yaitu dengan menggunakan organisme hidup untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman.
3. Pengendalian kimiawi, yaitu dengan menggunakan pestisida untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman.
4. Pengendalian hama dan penyakit tanaman secara terpadu (PHT) merupakan kombinasi dari berbagai cara pengendalian yang bertujuan untuk meminimalkan penggunaan pestisida kimia.

Berdasarkan penelitian Mahmuda (2020) menyebutkan bahwa biourin dapat digunakan untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman. Hal tersebut sejalan dengan penelitian lain oleh Hendrawati (2015) yang menunjukkan bahwa (1) aplikasi campuran biourin yang ditambahkan dengan *Bacillus thuringiensis*, hancuran base genep dan daun tembakau rajangan mampu mengendalikan hama dengan belalang dan *Liriomyza sp.* pada tanaman sawi hijau; (2) aplikasi biourin, ataupun biourin yang ditambahkan dengan daun tembakau rajangan dan *Trichoderma viride* mampu mengendalikan penyakit akar gada pada tanaman sawi hijau; (3) aplikasi campuran biourin yang ditambahkan dengan daun tembakau rajangan mampu meningkatkan produktivitas tanaman sawi hijau dibandingkan dengan kontrol

7.3. Prinsip Fermentasi dalam Pembuatan Biourin Kambing

Proses pembuatan biourin adalah dengan fermentasi urin ternak ruminansia dengan bantuan mikroorganisme. Mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi ini antara lain bakteri, jamur, dan actinomycetes. Mikroorganisme-mikroorganisme ini akan mengurai senyawa-senyawa kompleks dalam urin menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana dan mudah diserap oleh tanaman.

- a. Proses fermentasi biourin dapat dibagi menjadi dua tahap, yaitu: Tahap awal

Pada tahap awal, mikroorganisme akan mengurai senyawa-senyawa kompleks dalam urin, seperti urea, protein, dan karbohidrat, menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana, seperti ammonia, asam amino, dan gula sederhana.

- b. Tahap akhir

Pada tahap akhir, mikroorganisme akan mengurai senyawa-senyawa sederhana yang dihasilkan pada tahap awal menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana lagi, seperti nitrat, fosfat, dan kalium.

Proses fermentasi urin ternak ruminansia dapat berlangsung selama beberapa hari hingga beberapa minggu, tergantung pada suhu dan kelembaban lingkungan. Biourin yang telah matang memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- Berwarna coklat kehitaman
- Berbau seperti tape

- Bersifat asam
- Mengandung mikroorganisme yang bermanfaat

Adapun beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses fermentasi biourin yaitu: (a) suhu: suhu yang optimal untuk proses fermentasi biourin adalah 25-30 derajat Celcius. (b) kelembaban: kelembaban yang optimal untuk proses fermentasi biourin adalah 60-70%. (c) pH: pH yang optimal untuk proses fermentasi biourin adalah 5,5-7. (d) kadar oksigen: proses fermentasi biourin dapat berlangsung secara aerob maupun anaerob. (e) konsentrasi urin: konsentrasi urin yang terlalu tinggi dapat menghambat proses fermentasi. (f) penambahan starter: penambahan starter dapat mempercepat proses fermentasi (Selmitri dan Setiawan, 2023).

Dengan memahami prinsip fermentasi dalam pembuatan biourin, maka dapat dilakukan upaya-upaya untuk meningkatkan kualitas biourin yang dihasilkan.

Berikut adalah dosis aplikasi biourin untuk berbagai jenis tanaman:

- Tanaman pangan: 1-2 liter per 100 meter persegi
- Tanaman hortikultura: 0,5-1 liter per 10 meter persegi
- Tanaman perkebunan: 2-3 liter per 100 meter persegi.

BAB 8

HASIL PANGAN

ORGANIK

8.1. Definisi Pangan Organik

Apa itu makanan organik?

Kata organik merujuk pada cara pengelolaan bahan makanan. Jadi makanan organik adalah makanan yang diproses secara alami tanpa zat kimia, baik itu tumbuh-tumbuhan maupun hewan ternak.

Produk makanan organik harus dipastikan bebas dari bahan tambahan makanan buatan seperti pewarna, pengawet, MSG, dan pemanis buatan.

Pada pertanian organik, tanaman diberikan pupuk alami yang bisa dibuat dari kotoran hewan, daun-daun kering, dan pestisida alami untuk menjaga kesuburan tanaman.

Sementara untuk hewan yang dternak secara organik tidak diberi hormon pertumbuhan dan juga antibiotik. Obat-obatan hanya diberikan jika hewan dalam kondisi sakit.

Makanan organik adalah makanan atau minuman yang melakukan standar proses produksi dalam pengolahan atau menghasilkannya secara alami tanpa menggunakan zat-zat

kimia seperti pestisida, hormon sintetis, pupuk sintetis, pupuk endapan, dan beberapa bahan kimia lainnya (rasa, warna, bau). Menurut Rizzo (2020), bahan pangan organik adalah bahan yang melakukan proses produksi dengan bebas dari zat-zat kimia seperti hormon, obat-obatan, pestisida, dan pupuk. Sehingga nutrisi yang diberikan untuk bahan pangan organik adalah pupuk alami seperti kompos atau kotoran hewan dan bibit lokal.

Produk organik memang mempunyai sejumlah keunggulan dibandingkan produk biasa. Akan tetapi, USDA sendiri tidak memberikan klaim bahwa bahan pangan jenis ini lebih bergizi daripada makanan yang diproduksi secara modern. Ada sejumlah laporan yang menunjukkan bahwa produk organik mengandung kadar antioksidan yang lebih tinggi.

Akan tetapi, lingkup penelitian yang sudah ada rata-rata kecil sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk membenarkan temuan ini. Dari banyaknya penelitian mengenai manfaat makanan organik, tidak ada perbedaan signifikan antara pola makan organik dengan pola makan biasa. Faktor yang paling menentukan kualitas asupan gizi Anda tetaplah keberagaman bahan makanan.

8.2. Pangan Organik bagi Tumbuh Kembang Anak

Tumbuh kembang menjadi salah satu hal terpenting bagi anak. Oleh karena itu, Mama sebagai orangtua perlu memberikan nutrisi yang terbaik. Pemenuhan nutrisi ini tentu dikaitkan dengan pola makan anak sehari-hari, dan

Makanan organik sering dianggap sebagai opsi yang lebih unggul, dan masyarakat didorong untuk memilih konsumsi makanan organik dengan alasan tertentu. Salah satu dampak positif dari pemberian makanan organik, terutama pada anak-anak, terletak pada pengaruhnya terhadap perkembangan kognitif mereka. Berbeda dengan produk pangan konvensional, makanan organik diolah secara alami, mulai dari penanaman, panen, hingga pengolahan.

Dalam konteks alaminya, produk organik dihasilkan tanpa menggunakan bahan kimia seperti pestisida, pupuk sintetis, antibiotik, atau hormon pertumbuhan. Klaim ini mencakup semua tahapan, termasuk penanaman, panen, dan pengolahan, menghindari penggunaan zat kimia berbahaya. Mengingat bahwa terlalu banyak zat kimia dalam tubuh dapat berpotensi menjadi racun, Badan Kesehatan Dunia (WHO) menyatakan bahwa paparan berlebihan terhadap zat kimia, terutama sejak usia dini, dapat meningkatkan risiko kerusakan organ dan penyakit kronis seperti kanker. Dengan memilih makanan organik, paparan terhadap zat kimia berbahaya dalam tubuh anak dapat dikurangi secara signifikan.

Bagaimana makanan yang kita konsumsi, mulai dari pertumbuhan dan pengolahan hingga akhirnya masuk ke dalam tubuh kita, memiliki dampak yang signifikan pada kesehatan mental, emosional, dan lingkungan. Makanan organik, yang umumnya kaya akan nutrisi seperti antioksidan, seringkali memberikan manfaat lebih besar daripada produk-produk konvensional. Selain itu, individu yang mengalami alergi terhadap bahan kimia atau

pengawet dalam makanan mungkin mengalami penurunan gejala atau bahkan pemulihan saat mereka beralih ke pola makan organik.

Berikut ini manfaat yang bisa kita dapatkan jika mengonsumsi makanan organik dikutip dari Huber (2011).

1. Mengandung Lebih Sedikit Peptisida

Bahan kimia seperti fungisida, herbisida, dan insektisida banyak digunakan dalam pertanian konvensional dan residu dari bahan-bahan kimia tersebut tetap ada pada di dalam makanan yang kita makan.

2. Lebih Kaya Nutrisi

- 3.** Daging dan susu organik lebih kaya nutrisi. Hasil sebuah studi Eropa tahun 2016 menunjukkan bahwa kadar nutrisi tertentu, termasuk asam lemak omega-3, hingga 50 persen lebih tinggi pada daging dan susu organik daripada versi konvensional. **Bebas GMO**

Genetically Modified Organisms (GMO) atau makanan rekayasa genetika (GE) adalah tanaman yang DNA-nya telah diubah dengan cara yang tidak dapat terjadi di alam atau dalam kawin silang tradisional, paling umum agar tahan terhadap pestisida atau menghasilkan insektisida

DAFTAR PUSTAKA

- Adriansyaha, Arrim, Hamawim, Ikhwan A. 2015. Uji Metabolit Sekunder *Trichoderma* Sp. sebagai Antimikrobia Patogen Tanaman *Pseudomonas solanacearum* secara In Vitro. *Gontor AGROTECH Science Journal*. 2(1).
- Alif, T., Setiyowati, P.A.I., Ramadani, A.H., Fitri, I., Hartanti, D.A.S. 2023. Pemberdayaan Kelompok Tani dalam Pemanfaatan Bakteri Fotosintesis sebagai Pupuk Nabati pada Tanaman Padi. *Ta'awun: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 3(1): 41-48.
- Alvi, B., Ariyanti, M., Maxiselly, Y. 2018. Pemanfaatan beberapa jenis urin ternak sebagai pupuk organik cair dengan konsentrasi yang berbeda pada tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di pembibitan utama. *Jurnal Kultivasi*. 17 (2): 622-626.
- Anam, C., Qibtiyah, M., Kusumawati, D.E., Azwan, M.R. 2022. Pengaruh Biochar Sekam dan biourine Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). *Agroradix*. 6(1): 30-38.
- Asgad, A, Asturi P. Dan Rahmawati, IN. 2013. Pemanfatan Air Limbah Cucian Beras IR-36 Dan IR-64 Air Leri Untuk Pembuaan Sirup Melalui Fermentasi Dengan Penambahan Bunga Rosella Sebagai Pewarna Alami. *Jurnal FKIP UNS*. 2(1).
- Batubara, S.F., Santoso, A.B., Ramija, K. 2021. Potential of goat manure as organic fertilizer in North Sumatera. *BIO Web of Conferences*. 33 (1): 1-6.
- Brady NC & RR Weil. 2002. The Nature and Properties of Soils Edition. *Upper Saddle River, New Jersey*. USA.

- Caceres, R., N. Coromina, K. Malin'ska, O. Marfà. 2015. Evolution of process control parameters during extended co-compost of green waste and solid fraction of cattle slurry to obtain growing media. *Bioresource Technology*. 179: 398-406.
- Chaturvedi, P., Raina, R., Zabeen, M., Kumar, K., Khichi, S., Biswas, N. An in vitro evaluation of effectiveness of cow urine versus goat urine against dental caries causing microorganisms. *International Journal of Health Sciences*. 6(S2): 5903-5912.
- Cushnie, T.P.T., Cushnie, B., Echeverria, J., Fowsantear, W., Thammawat, S., Dodgson, J.L.A., Law, S., Clow, S.M. 2020. Bioprospecting for Antibacterial Drugs: a Multidisciplinary Perspective on Natural Product Source Material, Bioassay Selection and Avoidable Pitfalls. *Pharmaceutical research*. 37(6).
- Damiri N, Mulawarman, Mutiara M. 2014. Effect of Temperature and Storage on Effectiveness of *Trichoderma viride* as Biocontrol Agents of *Rigidoporus microporus*, Pathogen of White Root on Rubber. *Agrivita*. 36(2): 169–173.
- Dewi, Y.S. dan Treesnowati. 2012. Pengolahan sampah skala rumah tangga menggunakan metode composting. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik LIMIT'S*. 8(2): 35-48.
- Dharmayanti, N.K.S., Supadma, A.A.N., dan Arthagama, I.D.M. 2013. Pengaruh Pemberian Biourine dan Dosis Pupuk Anorganik (N,P,K) Terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah Pegok dan Hasil Tanaman Bayam (*Amaranthus* sp.). *Jurnal Agroteknologi Tropika*. 2(3): 165-174.
- Doo, S. R. P., Meitiniarti, V. I., Kasmiyati, S., & Kristiani, E. B. E. (2023). *Trichoderma* Spp. *Tropical Microbiome*. 1(1). 73-89.

- Elfarisna, Puspitasari, R.T., Suryati, Y., & Pradana, N.T. 2016. Effectiveness Waste Water of Rice Inoculant on Jasmine (*Jasminum sambac*). 1(1): 1-6.
- Faizah, R., Mahfud, N. A., Deviyanti, N. Q., Suprpto, E. A., Khasanah, N., Silfia, D. R. I., & Lukestiana, R. 2023. Sosialisasi dan Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) di Pondok Pesantren Al-Azhaar Tulungagung dari Limbah Air Cucian Beras. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia*. 2(3): 34-39.
- Faridah, H. D., & Sari, S. K. 2019. Pemanfaatan Mikroorganisme dalam Pengembangan Makanan Halal Berbasis Bioteknologi. *Journal Of Halal Product And Research*. 2(1): 33-43.
- Febrianna M., Prijono S., dan Kusumarini N. 2018. Pemanfaatan Pupuk Organik Cair untuk Meningkatkan Serapan Nitrogen serta Pertumbuhan dan Produksi Sawi (*Brassica juncea* L.) pada Tanah Berpasir. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 5(2): 1009-1018.
- Funk, R.C. 2014. Comparing organic and inorganic fertilizer. <http://www.newenglandisa.org/FunkHandoutsOrganicInorganicFertilizers.pdf>.
- G.M Citra Wulandari, Muhartini, S Dan Trisnowati S. 2012. Pengaruh Cucian Air Beras Merah dan Beras Putih Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada (*Lactuca sativa* L) *Jurnal Vegetalica*. 1(2): 1-12.
- Gonçalves, A.L. 2021. The Use of Microalgae and *Cyanobacteria* in the Improvement of Agricultural Practices: A Review on Their Biofertilising, Biostimulating and Biopesticide Roles. *Applied Science*. 11(2): 1-21.
- Govindjee, 1971. Bacterial Photosynthesis Fluorescence compounds, plant photosynthesis. *Encyclopedia of Science and Technology*. McGraw-Hill Book Company, Inc.

- Gusnawaty, T., Trianal, A. . 2014. Karakterisasi Morfologis Trichodermaspp. Indigenus Sulawesi Tenggara. *Jurnal Agroteknos*. 4(2):88–94.
- Hairudin, R., Yamin, M., & Riadi, A. 2018. Respon Pertumbuhan Tanaman Anggrek (*Dendrobium* Sp.) pada Beberapa Konsentrasi Air Cucian Ikan Bandeng dan Air Cucian Beras secara in Vivo". *Jurnal Perbal*. 6(2): 23–29.
- Harahap, F.S., Rahmaniah, Oesman, R., Arman, I. 2021. Supply Liquid Organic Fertilizer NASA and Rice Husk Ash to The Chemical Properties Of The Soil on The Tomato Plant. *International Journal of Science, Technology, and Management*. 2(4): 185-189.
- Hardjowigeno, S. 2010. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo: Jakarta.
- Haryadi, N., Marissa, N., Sulistiani, S., Iratutisisilia, I., & Albert, A. 2023. Pelatihan Pembuatan Pupuk Cair Organik dari Air Cucian Beras di Desa Mangaris Kabupaten Barito Selatan. *Jurnal Bakti Uppr. Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 29-34.
- Hartati, S. and Haryono, O. 2022. The Effect of Dosage and Frequency of Leri Water Spraying on Phalaenopsis Fuller's Pink Stripe Orchid Growth during Acclimatization. *Journal of Biodiversity and Biotechnology*. 2(1): 21-25.
- Hartatik, Wiwik, Husnain, Widowati, LR. 2015. Peranan Pupuk Organik dalam Peningkatan Produktivitas Tanah dan Tanaman. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 9 (2): 107-120.
- Hendrawati, I.G.A.O., Sudana, I.M., Wiryana, G.N.A.S. 2015. Aplikasi Campuran Biourin dengan Agen Pengendali Hayati untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Sawi Hijau (*Brassica rapa* Var. Parachinensis L.). *Journal of Agriculture Science and Biotechnology*. 4(1): 37-53.

- Herman, Lakanii, Yunusm. 2014. Potensi *Trichoderma* Sp. Dalam Mengendalikan Penyakit Vascular Streak Dieback (*Oncobasidium Theobromae*) Pada Tanaman Kakao (*Theobroma Cacao*). *Jurnal Agrotekbis*. 2(6): 573–578.
- Huber, M., Rembialkowska, E., Srednicka, D., Bugel, S., van der vijer, L.P.L. 2011. Organic food and impact on human health: Assessing the status quo and prospects of research. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*. 58 (3-4): 103-109.
- Husna, A., Susilawati, Chintya D.N., Gunawan, Y., Aziz, P.A., Widiyanti, A. 2022. Pemberian Limbah Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan Tinggi Tanaman Kangkung Darat. (*Ipomea reptans Poir*). *Indonesian journal of engineering*. 3(1): 34-48.
- Isnaini, J.L., Syatrawati, Yusuf, M., Piandi. 2022. Perbandingan Penggunaan Pupuk Cair Urin Kambing dengan Pupuk NPK Majemuk terhadap Produksi Tanaman Kakao. *Jurnal Agroplantae*. 11(1): 22-28.
- Jaya, K., Sudewi, S., & Zainal, M. (2023, September). The Effect of Various Carrier Mediums on The Growth of *Trichoderma asperellum* TR3 and *Trichoderma* Sp. In *IOP Conference Series: Earth And Environmental Science*. Vol. 1230, No. 1, P. 012090. IOP Publishing.
- Kumar S. 2012. Textbook Of Microbiology. New Delhi (ID): *Jaypee Brothers Medical Publisher*.
- Lalla M. 2018. Potensi Air Cucian Beras sebagai Pupuk Organik pada Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.). *Jurnal Agropolitan*. 5 (1): 38-43.
- Leharl. 2012. The Experiment Of The Use Of Organic Fertilizer and A Biology Agent (*Trichoderma* Sp) Towards The Growth of Potato (*Solanum tuberosum* L.). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 12(2):115–124.

- Lestari, D.P., Agustinur, Larista. 2022. Training on Cow Manure Liquid Organic Fertilizer Processing and Application on Green Spinach Plants in Alue Ambang Village. *Abdimas Umtas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 5(1): 1-8.
- Macik, M., Agata, G., dan Magdalena, F. 2020. Biofertilizier in agriculture: an overview on concepts, strategies and effect on soil microorganisms. *Book Chapter*. *Advances in Agronomy*. 162:31-87.
- Mahmuda, K., Salundik, Karti, P.D.M.H. 2020. Penggunaan Mikroorganisme Lokal dari Berbagai Formula terhadap Kualitas Biourine Kambing Terfortifikasi. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 8(1): 1-7.
- Makmur. (2018). "Respon Pemberian Berbagai Dosis Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Cabai Merah". *Jurnal Galung Tropika*. 7 (1): 1 – 10. ISSN Online 2407-6279 ISSN Cetak 2302-4178.
- Manuputty, M. C., A. Jacob dan J.P. Haumahu, 2012. Pengaruh Effective Inoculant Promi Dan Em4 Terhadap Laju Dekomposisi dan Kualitas Kompos Dari Sampah Kota Ambon. *Agrologia Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman*. 1 (2): 143-151.
- Marianah, L. 2013. Analisa Pemberian Trichoderma Sp. Terhadap Pertumbuhan Kedelai. *Karya Tulis Ilmiah*. Balai Pelatihan Pertanian Jambi.
- Massey, M.S., and Davis, J.G. 2023. Beyond Soil inoculation: *Cyanobacteria* as Fertilizer Replacement. *Nitrigen*. 4(3), 253-262.
- Miftakhun. 2017. Uji Efektivitas Berbagai Media Selektif Untuk Isolasi Trichoderma Spp. Dari Tanah Pada Berbagai Lahan Yang Berbeda. *Thesis*, Universitas Brawijaya.
- Modi, K.G., Sodhaparmar, H.R., Jacob, F., Patel, P. 2017. Use Of Urine and Dung Samples of Cow and Goat for Biological

Control of Phytopathogenic Fungus *Colletrotrichum falcatum*. *International Journal of Science, Environment*. 6(3): 1679-1684.

Murbandono, H.S.L., 2007. Membuat Kompos. Jakarta.

Nabayi A., Sung C. T. B., Zuan A. T. K., Paing T. N., and Akhir N I M. 2021. Chemical and Microbial Characterization of Washed Rice Water Waste to Assess its Potential as Plant Fertilizer and for Increasing Soil Health. *Agronomy*. 11 (2391).

Nabayi, A., Tan, K., Teh, Christoper, B.S. 2021. Wastewater from Washed Rice Water as Plant Nutrient Source: Current Makmur. (2018). "Respon Pemberian Berbagai Dosis Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Cabai Merah". *Jurnal Galung Tropika*. 7 (1): 1 – 10. ISSN Online 2407-6279 ISSN Cetak 2302-4178.

Manuputty, M. C., A. Jacob dan J.P. Haumahu, 2012. Pengaruh Effective Inoculant Promi Dan Em4 Terhadap Laju Dekomposisi dan Kualitas Kompos Dari Sampah Kota Ambon. *Agrologia Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman*. 1 (2): 143-151.

Marianah, L. 2013. Analisa Pemberian Trichoderma Sp. Terhadap Pertumbuhan Kedelai. *Karya Tulis Ilmiah*. Balai Pelatihan Pertanian Jambi.

Massey, M.S., and Davis, J.G. 2023. Beyond Soil inoculation: *Cyanobacteria* as Fertilizer Replacement. *Nitrogen*. 4(3), 253-262.

Miftakhun. 2017. Uji Efektivitas Berbagai Media Selektif Untuk Isolasi Trichoderma Spp. Dari Tanah Pada Berbagai Lahan Yang Berbeda. *Thesis*, Universitas Brawijaya.

Modi, K.G., Sodhaparmar, H.R., Jacob, F., Patel, P. 2017. Use Of Urine and Dung Samples of Cow and Goat for Biological Control of Phytopathogenic Fungus *Colletrotrichum*

- falcatum*. *International Journal of Science, Environment*. 6(3): 1679-1684.
- Murbandonno, H.S.L., 2007. *Membuat Kompos*. Jakarta.
- Nabayi A., Sung C. T. B., Zuan A. T. K., Paing T. N., and Akhir N I M. 2021. Chemical and Microbial Characterization of Washed Rice Water Waste to Assess its Potential as Plant Fertilizer and for Increasing Soil Health. *Agronomy*. 11 (2391).
- Nabayi, A., Tan, K., Teh, Christopher, B.S. 2021. Wastewater from Washed Rice Water as Plant Nutrient Source: Current Makmur. (2018). "Respon Pemberian Berbagai Dosis Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Cabai Merah". *Jurnal Galung Tropika*. 7 (1): 1 – 10. ISSN Online 2407-6279 ISSN Cetak 2302-4178.
- Manuputty, M. C., A. Jacob dan J.P. Haumahu, 2012. Pengaruh Effective Inoculant Promi Dan Em4 Terhadap Laju Dekomposisi dan Kualitas Kompos Dari Sampah Kota Ambon. *Agrologia Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman*. 1 (2): 143-151.
- Marianah, L. 2013. Analisa Pemberian Trichoderma Sp. Terhadap Pertumbuhan Kedelai. *Karya Tulis Ilmiah*. Balai Pelatihan Pertanian Jambi.
- Massey, M.S., and Davis, J.G. 2023. Beyond Soil inoculation: *Cyanobacteria* as Fertilizer Replacement. *Nitrogen*. 4(3), 253-262.
- Miftakhun. 2017. Uji Efektivitas Berbagai Media Selektif Untuk Isolasi Trichoderma Spp. Dari Tanah Pada Berbagai Lahan Yang Berbeda. *Thesis*, Universitas Brawijaya.
- Modi, K.G., Sodhaparmar, H.R., Jacob, F., Patel, P. 2017. Use Of Urine and Dung Samples of Cow and Goat for Biological Control of Phytopathogenic Fungus *Colletrotrichum*

- falcatum*. *International Journal of Science, Environment*. 6(3): 1679-1684.
- Murbandono, H.S.L., 2007. *Membuat Kompos*. Jakarta.
- Nabayi A., Sung C. T. B., Zuan A. T. K., Paing T. N., and Akhir N I M. 2021. Chemical and Microbial Characterization of Washed Rice Water Waste to Assess its Potential as Plant Fertilizer and for Increasing Soil Health. *Agronomy*. 11 (2391).
- Nabayi, A., Tan, K., Teh, Christoper, B.S. 2021. Wastewater from Washed Rice Water as Plant Nutrient Source: Current Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Journal of Agribusiness and Agrotechnology*. 2 (1): 29-36. Understanding and Knowledge Gap. *Pertanika: Journal of Science and Technology*. 29(3): 1347-1369.
- Nasution, I. R., & Simbolon, N. A. R. 2023. Sosialisasi Tentang Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga Dari Cucian Air Beras Menjadi Pupuk Organik Cair (POC). *Jurnal Pengabdian Masyarakat Anshara Madani (JPMAM)*. 1(1): 1-5.
- Noviyanty, A. and Salingkat, C.A. 2018. The effect of application of rice dishwater and manure as organic fertilizer to the growth of mustard (*Brassica juncea* L.). *Agroland: The Agriculture Science Journal*. 5(2): 74-82.
- Okalia D., Nopsagiarti T & Marlina G. 2021. Pengaruh Biochar dan Pupuk Organik Cair dari Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Selad. *Jurnal Budidaya Pertanian*. 17 (1): 76-82.
- Peraturan Menteri Pertanian No. 70/Permentan/SR.140/10/2011 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah.
- Pereira, da S.A., B.L. Carlos., F.J. Cezar., R. Ralisch., M. Hungria., and G.M. De Fatima, 2014. Soil Structure and Its Influence on Microbial Biomass in Different Soil and Crop

- Management Systems. *Soil & Tillage Research*. 142. pp. 42–53.
- Pfennig, N. 1967. Photosynthetic Bacteria. *Annu. Reg. Microbiol.* 21:285-324.
- Reno, Joshua. 2015. Waste and Waste Management. *Annual Review of Anthropology*. 44: 557-572.
- Rocchetti, M.T., Russo, P., Capozzi, V., Drider, J., Spano, G., Fiocco, D. 2021. Bioprospecting Antimicrobials from *Lactiplantibacillus plantarum*: Key Factors Underlying Its Probiotic Action. 22(21): 1-30.
- Roidah, Ida Syamsu. 2013. Manfaat Penggunaan Pupuk Organik Untuk Kesuburan Tanah. *Jurnal Universitas Tulungagung Bonorowo*. 1 (1).
- Rosyadi, I., Karmanah, Sargo, S. 2021. Aplikasi Pupuk Organik Cair Berbahan Baku Urin Ternak Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Journal of Agribusiness and Agrotechnology*. 2 (1): 29-36.
- Sanothan, A., Montong, V. B., & Lengkong, M. (2023). Uji Antagonis Jamur *Trichoderma* Sp. Terhadap Penyakit *Antraknosa colletotrichum* Sp. Pada Tanaman Cabai Keriting *Capsicum annum* L. Di Laboratorium. *JURNAL ENFIT: Entomologi Dan Fitopatologi*. 3(1).15-23.
- Sanka, I., Kusumo, A.B., Martha, F., Hendrawan, A., Pramanda, I.T., Wicaksono, A., Jati, A.P., Mazaya, M., Dwijayanti, A., Izzati, N., Maulana, M.F., Widyaningrum, A.R. 2023. Synthetic biology in Indonesia: Potential and projection in a country with mega biodiversity. *Biotechnology Notes*. 4: 41-48.
- Santosa, S., and Soekendarsi, E. 2018. Utilization of rice and coconut water waste to accelerate the growth of *Syzygium myrtifolium* (Roxb)Walp Seedlings on Sediment Media. *Academic Research International*. 9(4): 1-5.

- Selmitri dan Setiawan. 2023. Urin Kambing sebagai Pupuk Organik Cair Pembibitan Lada Perdu (*Piper nigrum* L.). *Jurnal Suluh Tani*. 1(1): 50-55.
- Setyorini, D., L.R. Widowati, and W. Hartatik. 2000. Organic fertilizer characteristic by composting technique for organic farming cultivation. *In Proceeding IX HITI (Soil Science Society of Indonesia)*, Yogyakarta.
- Sifaunajah, A, M., Azizah, C., Amelia, N. F., & Sholehah, N. A. 2022. Pemanfaatan Limbah Air Cucian Beras Sebagai Pupuk Organik C Air. *VIVABIO: Jurnal Pengabdian Multidisiplin*. 4 (1).
- Siregar R.S., Zulia C., Dan Safruddin. 2018. Pengaruh Pemberian Dosis *Trichoderma* Sp. Dan Jenis Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kacang Panjang (*Vigna Sinensis* L). *Bernas Agricultural Research Journal*. 14(2):21-34.
- Sitinjak, R.R. & Pratomo, B. 2019. Potential of Goat Urine and Soaking Time on the Growth of *Mucuna bracteata* D.C. Cuttings. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*. 8(1): 40-48.
- Sofyan. 2017. Teknologi Hidroponik dengan Menggunakan Limbah Ternak dan Ekstrak Tanaman sebagai POC Pada Tanaman Tomat. *Jurnal Agrotan*. 3(1): 67-76.
- Solikah, U. N., M.Ishan, Yanu, R. S., Suwardi, & Pamuji, T. 2022. Pelatihan Pembuatan dan Penggunaan Pupuk Organik Cair (Poc) di Desa Gaum, Kecamatan Tasikmadu, Kabupaten Karanganyar. *Perigel: Jurnal Penyuluhan Masyarakat Indonesia*. 1(4): 85–90.
- Tan, K.H. 1993. *Environmental Soil Science*. Marcel Dekker. Inc. New York.
- Tomar, V., Nigam, R., Pandei, V., Singh, A.P., Roy, D., Sharma, A., Singh, P., Pal. A. Evaluation of in vitro Anti-Microbial

- Activity of Goat Urine Peptides. *Journal of Animal Research*. 8(1): 33-37.
- Utama P., Saylendara A., Gunawarr. 2015. Pengaruh Dosis Pupuk Hayati *Trichoderma* Sp. Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Terung Ungu (*Solanum mengolena* L.) Varietas Hibrida. *Agroekotek*. 7(2):113–120.
- Utami, W. P., Syam, N., & Suriyanti, H. S. (2023). Perbanyakkan Jamur *Trichoderma* Sp. pada Beberapa Jenis Media Tumbuh dengan Metode Terbuka dan Tertutup. *Agrotekmas Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Peranian*, 4(1), 111-118.
- Yulianingsih, R. 2017. Pengaruh Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Terung Ungu (*Solanum melongena* L.). *Piper*. 13(24): 61–68.
- Yano, J., Sakai, S-i. 2015. Waste prevention indicators and their implications from a life cycle perspective: a review . *Journal of Material Cycles and Waste Managemet*. 18: 38-56.

BIOGRAFI PENULIS



Putri Ayu Ika Setiyowati, S.Si., M.Si lahir di Lamongan pada tanggal 14 Juli 1993. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana pada Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga tahun 2015. Selanjutnya, penulis menyelesaikan pendidikan

magister pada Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga tahun 2017. Penulis bekerja sebagai dosen tetap di program studi S1 Biologi, Fakultas Sains Teknologi dan Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Lamongan tahun 2019 – sekarang. Penulis aktif mengikuti seminar, aktif mempublikasi artikel pada jurnal nasional dan internasional bereputasi. Penulis juga aktif sebagai dewan editor jurnal dan reviewer pada jurnal nasional bereputasi. Penulis aktif menulis baik buku maupun modul ber ISBN, diantaranya : Panduan Praktikum Teknologi Laboratorium Medik, Modul Pembelajaran Praktikum Fisiologi Hewan, Petunjuk Praktikum Kimia Dasar dan Pupuk Organik Cair dari Limbah Kotoran Ternak. Penulis memiliki paten sederhana No S00202212034 dengan judul invensi “Formulasi Sediaan Sirup Herbal Anak dari Ekstrak Batang Serai Wangi (*Cymbopogon nardus*).”



Lilis Maghfuroh, S.Kep., Ns., M.Kes lahir di Lamongan pada bulan juni 1983. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana di Universitas Brawijaya Malang Prodi ilmu keperawatan lulus tahun 2006, Profesi Ners di Universitas Brawijaya Malang lulus tahun 2007. S2 Ilmu

Kedokteran Keluarga universitas sebelas maret surakarta lulus tahun 2010. Dan sekarang sedang menempuh S3 ilmu kesehatan masyarakat di universitas sebelas maret surakarta. Buku yang sudah dihasilkan oleh penulis diantaranya adalah buku “Minat dan Motivasi Belajar di Perguruan Tinggi” terbit pada tahun 2019, buku dengan judul “Konsep Teori Dasar Keperawatan” terbit pada tahun 2019, buku dengan judul “Panduan Deteksi Dini Tumbuh Kembang Anak Prasekolah Usia 3-6 tahun” terbit pada tahun 2020, Buku dengan judul “Perawat lebah Pekerja Mengangumkan” terbit pada tahun 2020, dan buku dengan judul “Pengantar Pendidikan untuk Perguruan Tinggi” serta buku “Kesehatan ibu dan Anak” terbit pada tahun 2022. Penulis berprofesi sebagai dosen keperawatan di Universitas Muhammadiyah Lamongan mulai tahun 2008 hingga sekarang.

Buku Referensi_Bioprospeksi Limbah

by Turnitin LLC

Submission date: 23-Jan-2024 03:05AM (UTC-0600)

Submission ID: 2276586416

File name: BIOPROSPEKSI_LIMBAH_TERNAK_DAN_DOMESTIK_BUKU_REFERENSI.pdf (1M)

Word count: 15272

Character count: 97737

BIOPROSPEKSI LIMBAH TERNAK DAN DOMESTIK

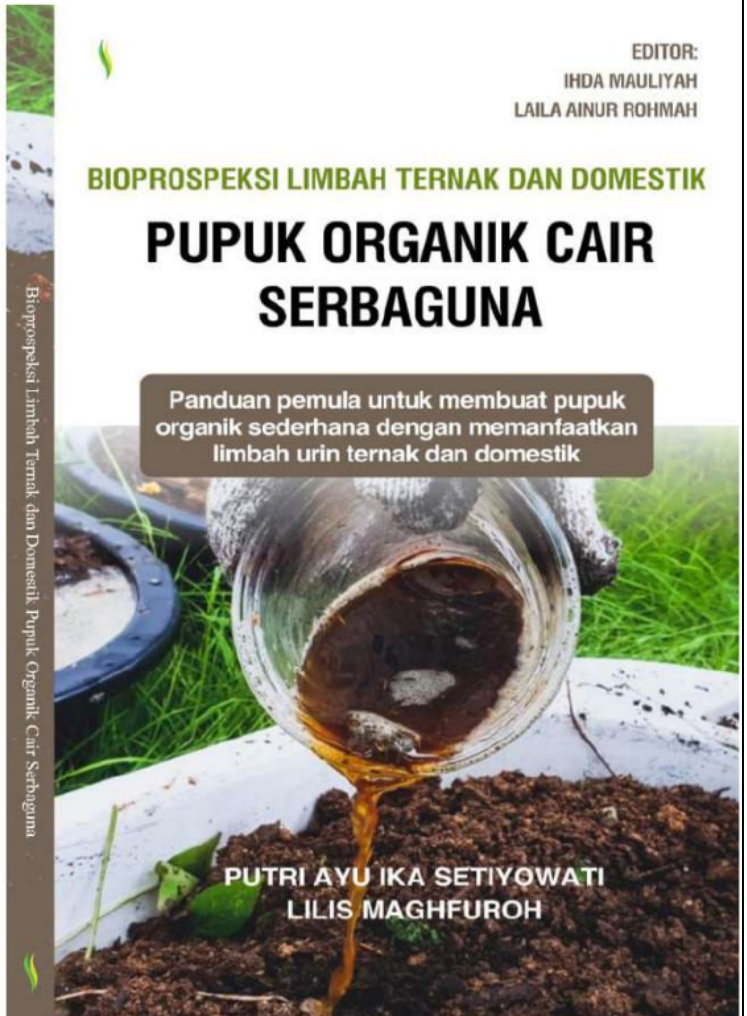
PUPUK ORGANIK CAIR SERBAGUNA

Panduan pemula untuk membuat pupuk organik sederhana dengan memanfaatkan limbah urin ternak dan domestik

Limbah organik merupakan sampah sisa produksi yang mengandung bahan – bahan yang dapat menimbulkan polusi dan dapat mengganggu kesehatan. Namun, saat ini teknologi fermentasi mulai berkembang untuk menjadikan limbah organik tersebut menjadi produk pupuk yang berguna bagi sektor pertanian. Kandungan unsur hara seperti karbon (C) dan nitrogen (N) pada beberapa jenis limbah organik seperti urin kambing dan air cucian beras memiliki kadar rasio C/N yang tinggi sehingga sangat membantu dalam menunjang perbaikan unsur hara tanah maupun meningkatkan produktivitas tanaman. Buku ini membahas segala hal mulai dari penjelasan umum hingga hasil beberapa riset terkait pemanfaatan urin kambing dan limbah domestik (air cucian beras, air kolam, akar bambu). Tidak hanya itu, buku ini juga menyajikan proses pembuatan biourin sebagai biopestisida hayati, pengisolasian jamur *Trichoderma* sp. dari akar bambu, dan pembuatan pupuk PSB dari limbah air kolam. Dengan ilustrasi yang jelas dan bahasa yang sederhana, buku ini merupakan sumber yang sangat baik bagi pemula yang ingin mengembangkan produk pupuk hayati dari pemanfaatan limbah sekitar.



CV NAKOMU
mailto:bertasemuh@gmail.com
penerbitbertasemuh



EDITOR:

IHDA MAULIYAH
LAILA AINUR ROHMAH

BIOPROSPEKSI LIMBAH TERNAK DAN DOMESTIK

PUPUK ORGANIK CAIR SERBAGUNA

Panduan pemula untuk membuat pupuk organik sederhana dengan memanfaatkan limbah urin ternak dan domestik

**PUTRI AYU IKA SETIYOWATI
LILIS MAGHFUROH**

BIOPROSPEKSI LIMBAH TERNAK
DAN DOMESTIK

PUPUK ORGANIK
CAIR SERBAGUNA

Putri Ayu Ika Setiyowati
Lilis Maghfuroh



Nakomu, 2024

**Bioprospeksi Limbah Ternak Dan Domestik
Pupuk Organik Cair Serbaguna**

Penulis:

Putri Ayu Ika Setiyowati

Lilis Maghfuroh

Editor: Ihda Mauliyah

Laila Ainur Rohmah

Tata Sampul: Khoshshol Fairuz

Tata Isi: Nurul Aini

Januari, 2024

97 hlm.; 15,5cm x 23cm

ISBN: 978-623-142-118-0

Diterbitkan oleh:

CV. Nakomu

Anggota IKAPI (346/JTI/2022)

Cangkring Malang, Sidomulyo, Megaluh, Jombang

Website: penerbitnakomu.com

E-mail: kertasentuh@gmail.com

WA: 085-850-5857-00 atau 0857-3333-7747

Hak cipta dilindungi Undang-Undang
Sanksi Pelanggaran Pasal 113 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014

PENGANTAR PENULIS

Dewasa ini, masyarakat semakin peduli akan pentingnya kualitas produk. Adanya tuntutan produk berkualitas telah mengarah ke berbagai sektor, termasuk pangan. Belakangan ini konsumen telah mengerti akan pentingnya pangan organik khususnya bagi kesehatan jangka panjang. Oleh sebab itu produk pertanian harus beradaptasi guna keberlanjutan di masa yang akan datang. Salah satu bagian yang penting dari proses menghasilkan pangan organik yaitu sebuah pupuk yang harus terbebas juga akan kandungan bahan kimia dengan istilah lain pupuk organik atau *biofertilizer*.

Pupuk organik pun telah banyak dilirik oleh petani di era sekarang. Hal tersebut dikarenakan subsidi akan pupuk kimiawi semakin menipis. Sehingga perlunya swasembada pupuk organik harus petani lakukan. Menurut peraturan Menteri Pertanian nomor 02/Pert/Hk.060/2/2006 tentang Pupuk Organik dan pembenah Tanah. Secara harfiah, pupuk organik adalah pupuk yang ebagian besar atau seluruhnya terdiri dari bahan organik yang berasal dari tanaman atau pun hewan dengan melalui proses rakayasa atau teknologi fermentasi. Jenis pupuk organik ada dua macam yaitu pupuk organik padat dan pupuk organik cair. Sedangkan, pembenah tanah adalah

29
bahan-bahan sintesis atau alami organik yang berbentuk padat atau cair dan memiliki kemampuan memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah.

Dari pemaparan di atas, terlihat jelas bagaimana pentingnya produk organik dan pertanian organik. Termasuk dalam hal ini adalah pupuk organik sebagai bahan dasar lahirnya produk-produk pertanian organik. Hadirnya pupuk organik tidak pernah terlepas dari proyek pertanian yang ramah lingkungan. Oleh sebab itu buku ini dihadirkan guna menjawab tantangan akan pemenuhan pangan organik.

42
Dalam buku ini dipaparkan urgensi dari pupuk organik, pemanfaatan limbah ternak dan domestik sebagai bahan dasar pembuatan pupuk organik, sebagai contoh urin kambing, akar bambu, dan air cucian beras. Tidak hanya itu, dalam buku ini juga dibahas terkait prosedur pembuatan pupuk organik secara sederhana. Dengan demikian, diharapkan setiap orang yang membaca buku ini diharapkan bisa menerapkan pertanian organik serta secara tidak langsung mampu menciptakan produk pangan yang sehat dan berkelanjutan.

Referensi yang dicantumkan pada buku ini mengutip dari sejumlah pemaparan ahli, buku, dan hasil – hasil riset yang telah dipublikasikan pada berbagai macam jurnal. Hal tersebut ditujukan agar memperkaya perspektif dari berbagai macam sumber yang telah diakui kebenarannya.

Tidak ada sesuatu hal yang bisa sempurna. Demikian juga dengan buku ini. Oleh karena itu, masukan dan koreksi sangat diharapkan untuk perbaikan lebih lanjut.

DAFTAR ISI

PENGANTAR PENULIS	3
DAFTAR ISI	6
DAFTAR TABEL	8
DAFTAR GAMBAR	9
BAB 1 BIOPROSPEKSI LIMBAH	11
1.1 Definisi Bioprospeksi dan Limbah.....	11
1.2 Pengelompokan Limbah	16
1.3 Dampak dan Penanggulangan Limbah	18
BAB 2 MENGENAL JENIS PUPUK.....	22
2.1. Pupuk Organik	23
2.2. Pupuk Kompos.....	25
2.3. Pupuk Organik Cair	28
2.4. Pupuk Kimia	31
2.5. Kandungan Pupuk dan Manfaatnya	34
2.6. Peluang Dan Tantangan Pengembangan Pupuk Organik di Indonesia	37
BAB 3 URIN KAMBING	40
3.1. Kandungan Nutrisi Urin Kambing	40
3.2. Mikroorganisme pada Urin Kambing.....	43
3.3. Prosedur Kolektif dan Penggunaan Urin Kambing sebagai Pupuk Organik Cair	44
BAB 4 JAMUR <i>TRICHODERMA SP.</i> DARI AKAR BAMBU.....	48
4.1. Karakteristik Jamur <i>Trichoderma sp.</i>	48

4.2. Manfaat Jamur Trichoderma sp. untuk tanaman.....	50
4.3. Proses isolasi Trichoderma sp. dari akar bambu.....	52
BAB 5 LIMBAH AIR CUCIAN BERAS	55
5.1. Definisi Air Cucian Beras.....	55
5.2. Manfaat dan Kandungan Air Cucian Beras.....	56
5.3. Prosedur Penggunaan Air Cucian Beras sebagai Pupuk Organik	60
BAB 6 LIMBAH AIR KOLAM	62
6.1. Mikroorganisme Air Kolam.....	62
6.2. Definisi Bakteri Fotosintesis	63
6.3. Fungsi Bakteri Fotosintesis	66
6.4. Pembuatan Pupuk dari Limbah Air Kolam dan Aplikasi ke Lahan 68	
BAB 7 BIOURIN KAMBING	72
7.1. Sejarah Dan Definisi Biourin	72
7.2. Biourin Kambing sebagai Biopestisida.....	76
7.3. Prinsip Fermentasi dalam Pembuatan Biourin Kambing.....	78
BAB 8 HASIL PANGAN ORGANIK.....	80
8.1. Definisi Pangan Organik	80
8.2. Pangan Organik bagi Tumbuh Kembang Anak	81
DAFTAR PUSTAKA.....	84
BIOGRAFI PENULIS.....	96

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Kandungan Biokimia Urin Sapi dan Kambing (Chaturvedi et al., 2022).....	41
Tabel 5.1. Kandungan Nutrisi Air Cucian Beras (Nabayi et al., 2021.....	57
Tabel 6.1. Klasifikasi bakteri fotosintesis Pfennig (1967)	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1. <i>Trichoderma sp.</i> Secara makroskopis dan mikroskopis (Doo et al., 2023)	49
Gambar 6.1. Reaksi Fotosintesis pada bakteri fotosintesis. hv:cahaya matahari, cyt:sitokrom (Govindjee, 1971)	64
Gambar 6.2. Pupuk Photosintesis Bakteri. a) Larutan awal, b Pupuk siap digunakan (Alif, dkk., 2023)	70
Gambar 7.1. Proses pembuatan dan hasil biourin (Dokumentasi pribadi, 2023)	75



BAB 1

BIOPROSPEKSI LIMBAH

1.1 Definisi Bioprospeksi dan Limbah

a. Definisi Bioprospeksi

Bioprospeksi merupakan kegiatan sistematis yang mencakup penelusuran, klasifikasi, dan investigasi produk yang memiliki nilai ekonomi dalam keragaman hayati. Kegiatan ini mencakup sumber daya hayati seperti tumbuhan, hewan, mikroorganisme, dan ekosistem dengan tujuan menemukan senyawa kimia baru, bahan aktif, gen, protein, serta informasi genetik lain yang memiliki potensi komersial. Proses bioprospeksi umumnya terdiri dari empat tahap:

1) Eksplorasi dan Pengoleksian Sumber Daya Hayati

Tahap ini fokus pada penemuan dan pengumpulan sumber daya hayati potensial. Metode eksplorasi melibatkan survei lapangan, studi literatur, dan analisis data.

2) Identifikasi, Isolasi, Karakterisasi, dan Produksi Senyawa Target

Proses ini bertujuan mengidentifikasi senyawa kimia aktif yang memiliki potensi. Senyawa tersebut diisolasi, dikarakterisasi untuk mengetahui struktur dan sifatnya, dan jika berpotensi, diproduksi dalam skala laboratorium.

3) Skrining dan Uji Aktivitas Biologi

Tahap ini melibatkan pengujian aktivitas biologi senyawa target terhadap berbagai jenis sel atau jaringan, seperti uji antibakteri, antivirus, antikanker, dan sebagainya.

4) Pengembangan Produk dan Pengujian untuk Komersialisasi

Pada tahap ini, senyawa target dikembangkan menjadi produk yang dapat dipasarkan. Produk ini diuji untuk memastikan keamanan dan efektivitasnya sebelum dipasarkan ke masyarakat.

Berikut contoh produk yang dihasilkan dari bioprospeksi mencakup obat-obatan, bahan pangan, bahan baku industri, dan bahan ramah lingkungan. Di Indonesia, beberapa contoh bioprospeksi melibatkan penemuan senyawa antibakteri dari tanaman jahe, senyawa antikanker dari tanaman temulawak, pengembangan biopestisida dari bakteri *Bacillus thuringiensis*, dan pengembangan biokatalisator dari enzim (Rocchetti et al., 2021) (Cushnie et al., 2020).

Bioprospeksi di Indonesia memiliki potensi besar dengan keanekaragaman hayati yang melimpah,

memberikan peluang untuk menghasilkan produk bioteknologi yang bermanfaat secara global. Selain itu, kegiatan ini dapat mendukung pembangunan berkelanjutan dengan pemanfaatan sumber daya hayati secara bertanggung jawab.

Bioprospeksi di Indonesia memiliki potensi yang besar, namun juga menghadapi berbagai tantangan. Beberapa tantangan utama bioprospeksi di Indonesia antara lain:

1) Keanekaragaman hayati yang kompleks

Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang sangat kompleks, dengan lebih dari 30.000 spesies tumbuhan dan 1.500 spesies hewan. Hal ini menyebabkan proses eksplorasi dan pengoleksian sumber daya hayati menjadi sangat sulit dan memakan waktu.

2) Ketersediaan teknologi dan sumber daya manusia yang terbatas

Teknologi dan sumber daya manusia yang dibutuhkan untuk melakukan bioprospeksi masih terbatas di Indonesia. Hal ini menyebabkan proses identifikasi, isolasi, karakterisasi, dan produksi senyawa aktif menjadi terhambat.

3) Kebijakan dan peraturan yang belum memadai

Kebijakan dan peraturan yang mengatur pemanfaatan keanekaragaman hayati masih belum memadai. Hal ini menyebabkan proses komersialisasi produk bioprospeksi menjadi sulit.

4) Ancaman terhadap keanekaragaman hayati

Ancaman terhadap keanekaragaman hayati, seperti deforestasi, eksploitasi berlebihan, dan perubahan iklim, dapat menghambat proses bioprospeksi.

Untuk mengatasi tantangan-tantangan tersebut, diperlukan upaya yang terintegrasi dari berbagai pihak, termasuk pemerintah, akademisi, dan industri. Upaya-upaya tersebut antara lain:

a) Pemetaan keanekaragaman hayati

Pemetaan keanekaragaman hayati dapat membantu dalam mengidentifikasi sumber daya hayati yang memiliki potensi untuk diprospek.

19

b) Pengembangan teknologi dan sumber daya manusia

Pengembangan teknologi dan sumber daya manusia dapat membantu dalam mempercepat proses bioprospeksi.

c) Peningkatan harmonisasi kebijakan dan peraturan

Peningkatan harmonisasi kebijakan dan peraturan dapat menciptakan iklim yang kondusif bagi pengembangan bioprospeksi.

d) Peningkatan upaya konservasi

Peningkatan upaya konservasi dapat melindungi keanekaragaman hayati dan menjamin ketersediaan sumber daya hayati untuk bioprospeksi di masa depan.

Dengan upaya-upaya tersebut, diharapkan bioprospeksi di Indonesia dapat berkembang secara optimal dan memberikan manfaat yang besar bagi masyarakat (Sanka et al., 2023).

b. Definisi Limbah

Definisi limbah dapat dilihat dari berbagai macam perspektif, tergantung dari sudut pandang yang digunakan. Berikut adalah beberapa definisi limbah menurut berbagai perspektif (Yano and Sakai, 2015):

1. Perspektif Hukum

Menurut Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, limbah adalah sisa usaha dan atau kegiatan yang berwujud padat, cair, gas, dan/atau plasma yang tidak terpakai, dan/atau sisa dari suatu proses produksi yang secara langsung atau tidak langsung dapat mencemarkan dan/atau merusak lingkungan hidup.

2. Perspektif Ekonomi

Dari perspektif ekonomi, limbah adalah barang atau jasa yang tidak memiliki nilai ekonomis. Limbah dapat berasal dari aktivitas produksi, konsumsi, atau pembuangan.

3. Perspektif Kesehatan

Dari perspektif kesehatan, limbah adalah bahan atau zat yang dapat membahayakan kesehatan manusia atau hewan. Limbah dapat mengandung bahan-bahan berbahaya, seperti logam berat, bahan kimia, atau mikroorganisme.

4. Perspektif Lingkungan

Dari perspektif lingkungan, limbah adalah bahan atau zat yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Limbah dapat mencemari air, udara, atau tanah.

5. Perspektif Teknologi

Dalam konteks teknologi, limbah dapat didefinisikan sebagai hasil samping dari suatu proses teknologis yang tidak diinginkan dan seringkali memerlukan penanganan khusus untuk mengurangi dampak negatifnya.

6. Perspektif Sosial

Dari perspektif sosial, limbah juga dapat dilihat sebagai cerminan gaya hidup dan konsumsi masyarakat. Peningkatan kesadaran akan dampak limbah dapat membawa perubahan perilaku dan pola konsumsi yang lebih berkelanjutan.

7. Perspektif Sumber Daya

Limbah juga dapat dianggap sebagai sumber daya potensial. Dalam konsep daur ulang dan pengelolaan limbah yang berkelanjutan, limbah dapat dilihat sebagai bahan mentah sekunder yang dapat dimanfaatkan kembali untuk mengurangi kebutuhan akan bahan mentah baru.

1.2 Pengelompokan Limbah

Pengelompokan limbah berdasarkan kriteria yang tepat dapat membantu dalam pengelolaan limbah yang lebih efektif dan efisien. Limbah dapat dikelompokkan berdasarkan berbagai kriteria, diantaranya:

- **Berdasarkan wujudnya**
 - a) Limbah padat adalah limbah yang berbentuk padat, seperti sampah rumah tangga, sampah industri, dan limbah pertanian.

- b) Limbah cair adalah limbah yang berbentuk cair, seperti limbah domestik, limbah industri, dan limbah pertanian. Limbah gas adalah limbah yang berbentuk gas, seperti limbah industri, limbah pertanian, dan limbah transportasi.
- **Berdasarkan sumbernya**
 - a) Limbah rumah tangga adalah limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga, seperti sampah plastik, sampah organik, dan sampah kertas.
 - b) Limbah industri adalah limbah yang dihasilkan dari kegiatan industri, seperti limbah cair, limbah padat, dan limbah gas.
 - c) Limbah pertanian adalah limbah yang dihasilkan dari kegiatan pertanian, seperti limbah pestisida, limbah pupuk, dan limbah ternak.
 - d) Limbah pertambangan adalah limbah yang dihasilkan dari kegiatan pertambangan, seperti limbah batuan, limbah lumpur, dan limbah logam berat.
 - e) Limbah medis adalah limbah yang dihasilkan dari kegiatan medis, seperti limbah infeksius, limbah sitotoksik, dan limbah radioaktif.
 - Limbah pariwisata adalah limbah yang dihasilkan dari kegiatan pariwisata, seperti sampah plastik, sampah organik, dan limbah cair.
- Berdasarkan Sifatnya**

- a) Limbah organik adalah limbah yang dapat terurai oleh mikroorganisme, seperti sampah organik, limbah pertanian, dan limbah makanan.
- b) Limbah anorganik adalah limbah yang tidak dapat terurai oleh mikroorganisme, seperti sampah plastik, sampah logam, dan sampah kaca.
- c) **Limbah berbahaya dan beracun (B3)** adalah limbah yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan, seperti limbah industri, limbah medis, dan limbah pertambangan.

1.3 Dampak dan Penanggulangan Limbah

Seiring dengan pertumbuhan populasi dan aktivitas manusia, produksi limbah terus meningkat. Peningkatan konsumsi dan produksi menyebabkan peningkatan limbah, baik limbah organik maupun anorganik. Banyak wilayah di dunia yang masih menghadapi tantangan dalam pengelolaan limbah. Infrastruktur pengelolaan limbah yang kurang baik, termasuk fasilitas daur ulang yang terbatas, dapat menyebabkan penumpukan limbah di tempat pembuangan sampah yang tidak terkontrol. Limbah industri, pertanian, dan medis sering mengandung bahan kimia berbahaya dan beracun. Pembuangan tidak aman atau penanganan yang tidak benar dapat mencemari tanah, air, dan udara, membahayakan lingkungan dan kesehatan manusia (Reno, 2015). Limbah – limbah tersebut menimbulkan berbagai dampak diantaranya:

1. Dampak Perubahan Iklim

Beberapa praktik pengelolaan limbah, seperti pembakaran sampah, dapat menyumbang pada emisi gas rumah kaca. Selain itu, perubahan iklim dapat mempengaruhi pola pengelolaan limbah, seperti meningkatnya risiko banjir dan badai.

2. Pencemaran Lingkungan

Limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat mencemari air, udara, dan tanah. Pencemaran ini dapat merugikan ekosistem dan berdampak pada keanekaragaman hayati.

3. Ancaman Kesehatan Manusia

Limbah berbahaya dapat mengakibatkan masalah kesehatan manusia. Limbah medis yang tidak dikelola dengan benar dapat menyebarkan penyakit, sementara limbah industri beracun dapat menyebabkan keracunan.

4. Kerusakan Ekosistem Laut

Limbah plastik, terutama yang berakhir di laut, merusak ekosistem laut. Hewan laut dapat memakan plastik, dan mikroplastik dapat mencemari makanan laut yang dikonsumsi manusia.

5. Depleksi Sumber Daya Alam

Penggunaan bahan mentah untuk produksi barang baru daripada mendaur ulang limbah dapat menyebabkan depleksi sumber daya alam yang berharga.

6. Dampak Sosial dan Ekonomi

Krisis limbah dapat memiliki dampak sosial dan ekonomi, termasuk hilangnya mata pencaharian, konflik di antara komunitas terkait limbah, dan biaya kesehatan

yang meningkat akibat dampak kesehatan dari pengelolaan limbah yang buruk.

Beberapa upaya yang dapat dilakukan guna mengurangi dampak dari limbah diantaranya:

- **Pemupukan**

Metode pemupukan dilakukan dengan cara menumpuk sampah sampai membusuk. Keuntungan dari metode ini yaitu biaya yang relatif murah dan sederhana. Namun, kerugian yang didapat yaitu sanitasi lingkungan yang akan semakin kotor sehingga menimbulkan sejumlah penyakit.

- **Pembakaran**

Metode pembakaran merupakan metode yang cukup sering digunakan dalam mengatasi limbah. Namun, tidak semua permasalahan limbah dapat teratasi dengan cara ini. Beberapa syarat tertentu yang harus dipenuhi antara lain:

- a. Sampah yang dapat habis dibakar
- b. Bukan dari bahan baku fosil
- c. Lokasi pembakaran jauh dari pemukiman

Perlu untuk diperhatikan terkait efek yang ditimbulkan dari asap pembakaran. Asap pembakaran mengandung dioksin, yaitu ratusan jenis senyawa kimia berbahaya yang dapat menimbulkan proliferasi sel secara tidak teratur ataupun mutasi genetik.

- **Pengomposan**

Pengomposan merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mengatasi limbah. Cara ini

merupakan cara yang paling aman bagi lingkungan. Hasil dari pengomposan dapat memberikan efek yang sangat baik bagi keberlanjutan dan keberlangsungan ekosistem.

BAB 2

MENGENAL JENIS PUPUK

Bagaimana cara agar pertumbuhan dan perkembangan tanaman optimal? Apa usaha yang dapat dilakukan untuk membuat produktivitas hasil panen tanaman dapat optimal?

Pemberian pupuk dapat ⁴⁹ menjadi salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan pertumbuhan, perkembangan, dan produktivitas tanaman. Pemberian pupuk harus sesuai takaran yang meliputi frekuensi dan dosis yang diberikan untuk mengoptimalkan proses kerja pupuk terhadap tanaman. Ada beberapa macam atau jenis pupuk dengan pembagian yang berbeda. Berdasarkan asalnya pupuk dapat dibagi menjadi dua ²⁰ macam yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik ini disebut juga pupuk alam yang berasal dari sisa-sisa tanaman, hewan, dan manusia. Sebagai contoh atau jenis dari ³⁶ pupuk organik yaitu pupuk kandang, pupuk hijau, dan pupuk kompos, sedangkan pupuk anorganik adalah pupuk buatan

yang terbuat dari bahan-bahan kimia yang diproses melalui pabrik. Sebagai contoh dari pupuk anorganik yaitu adalah pupuk urea, TSP, KCL, dan lain sebagainya. Berdasarkan bentuknya pupuk dapat dibagi menjadi dua macam yaitu pupuk cair dan pupuk padat, dan berdasarkan cara penggunaannya pupuk dapat dibagi menjadi dua treatment yaitu pupuk yang diberikan melalui akar dan pupuk yang diberikan melalui daun.

2.1. Pupuk Organik

Pupuk organik merupakan pupuk yang berasal dari komposisi makhluk hidup yang dapat meliputi sisa-sisa tanaman atau hewan yang telah mengalami proses dekomposisi dan tersedia bagi tanah dalam bentuk zat hara yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk memenuhi kebutuhan dalam melakukan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Berdasarkan bentuknya, pupuk organik dapat berupa cair dan padat yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, maupun sifat biologi tanah. Pupuk bahan organik dapat berupa pupuk kompos, pupuk kandang dan pupuk hijau. Bahan organik dapat berasal dari sisa panen yang dapat berupa tongkol jagung, serabut kelapa, sisa panen padi yang berupa Jerami, dan juga dapat berupa limbah ternak yang akhirnya dapat tergolong dalam pupuk kandang.

Adapula pengertian pupuk organik menurut *American Plant Food Control Officials* (AAPFCO) yaitu suatu bahan yang mengandung karbon dan satu atau lebih unsur hara selain H dan O yang penting untuk pertumbuhan tanaman,

sedangkan menurut USDA *National Organic Program* pupuk organik adalah bahan yang tidak mengandung bahan terlarang dan berasal dari bahan alami yaitu dari tanaman atau hewan, *sewage sludge*. Menurut USEPA, pupuk organik adalah bahan yang diaplikasikan ke tanaman sebagai sumber unsur hara (Funk, 2014). Dari pengertian diatas, diketahui bahwa pupuk organik mengandung unsur karbon dan unsur hara lainnya yang berkombinasi dengan karbon. Pupuk organik merupakan pupuk yang berasal dari tumbuhan mati, kotoran hewan atau bagian hewan atau limbah organik lainnya yang telah melalui proses rekayasa, berbentuk padat atau cair, dapat diperkaya dengan bahan mineral, dan mikroba yang bermanfaat untuk meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah serta memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Permentan No. 70/Permentan/SR.140/10/2011).

Pupuk organik terbuat dari berbagai jenis bahan organik yang bervariasi, maka kualitas pupuk yang diperoleh dari hasil fermentasi juga sangat beragam sesuai dengan kualitas bahan dasar dan proses pembuatannya. Komposisi unsur hara yang terkandung dalam pupuk organik bergantung pada sumber asal bahan dasar. Menurut asalnya, pupuk organik dapat diidentifikasi yang berasal dari pertanian dan non pertanian. Sebagai contoh yang berasal dari pertanian yaitu dapat berupa sisa panen dan kotoran ternak, sedangkan non pertanian berasal dari sampah organik kota, limbah industri, dan lain sebagainya (Tan, 1993).

2.2. Pupuk Kompos

³ Kompos adalah bahan organik yang dibusukkan pada suatu tempat yang terlindung dari matahari dan hujan, diatur kelembabannya dengan menyiram air bila terlalu kering. Untuk mempercepat perombakan dapat ditambah kapur, sehingga terbentuk kompos dengan C/N rasio rendah yang siap untuk digunakan. Bahan untuk kompos dapat berupa sampah atau sisa – sisa tanaman tertentu (jerami dan lain - lain). (Roidah, 2013). Peningkatan kesuburan dan produktivitas lahan dapat dilakukan dengan penambahan unsur hara ke dalam tanah melalui kegiatan pemupukan. Pupuk yang banyak digunakan sekarang ini adalah pupuk organik seperti kompos karena jenis pupuk ini memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan pupuk anorganik.

⁴ Pupuk kompos baik digunakan karena berbagai alasan seperti tidak merusak lingkungan, tidak memerlukan biaya yang banyak, proses pembuatan yang mudah dan bahan yang tidak sulit ditemukan. Bahan organik (kompos) merupakan salah satu unsur pembentuk kesuburan tanah dan untuk menghasilkan tanah yang subur. Pereira *et al*, 2014 menyatakan bahwa bahan organik merupakan penyangga yang berfungsi memperbaiki sifat-sifat fisika, kimia dan biologi tanah.

⁷ Pengomposan adalah proses penguraian bahan organik oleh mikroba-mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi (Dewi dan Treesnowati, 2012). Pembuatan kompos dilakukan dengan mengatur dan mengontrol ²⁴ campuran bahan organik yang seimbang,

pemberian air yang cukup, pengaturan aerasi, dan pemberian aktivator pengomposan (Manuputty dkk., 2012).

Pengomposan merupakan upaya yang sudah ada sejak lama digunakan untuk mereduksi sampah organik (Caceres et al., 2015). Pemberian kompos pada tanah dapat memperbaiki sifat fisik tanah seperti pembentukan agregat atau granulasi tanah serta meningkatkan permeabilitas dan porositas tanah.

Proses pengomposan dapat terjadi secara alami, namun dengan adanya peran manusia dalam proses pengomposan yaitu dengan pemberian atau penambahan mikroorganisme, maka proses pengomposan tersebut dapat terjadi lebih cepat. Pupuk kompos mengandung materi genetik yang dapat memperbaiki sifat fisik tanah. Komposisi materi genetik merupakan koloid dengan muatan listrik negatif dan dapat berkoagulasi dengan kation dan partikel tanah, yang membuat tekstur tanah menjadi lebih baik. Dalam tekstur tanah berpasir, penambahan pupuk kompos dapat membuat tekstur tanah berpasir tersebut menjadi lebih beremah. Hal ini membuat agregat tanah menjadi lebih solid yang disebabkan oleh adanya polisakarida yang dihasilkan oleh mikroorganisme tanah. Adanya peningkatan kualitas dalam hal tekstur dan struktur tanah juga akan berdampak pada penyerapan nutrisi dari tanah yang akan digunakan untuk pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik.

Kelebihan dari pemberian pupuk kompos berdasarkan dari sifat fisik tanah, yaitu dapat meningkatkan laju

infiltrasi air didalam tanah dan dapat mempengaruhi warna tanah yang dapat meningkatkan penyerapan panas. Hal ini berbungan dengan pertumbuhan tanaman, jika retensi panas baik maka pertumbuhan tanaman juga akan baik. Selain itu pemberian kompos juga dapat mencegah erosi tanah yang utama pada tanah dengan kemiringan yang tinggi.

Dari segi kimia, manfaat pupuk kompos yaitu dapat mengubah materi organik menjadi unsur hara yang mudah diserap dan yang dibutuhkan oleh tanaman. Terdapat dua jenis unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman yaitu unsur hara mikro dan unsur hara makro. Beberapa unsur hara makro yang terkandung didalam kompos yaitu diantaranya nitrogen, fosfor, potassium, magnesium, dan unsur yang lain. Sedangkan unsur hara mikro yang ada didalam kompos yaitu besi, sulfur, mangan, tembaga, seng, boron, dan molebdenum. Selain itu kompos dapat menetralkan pengaruh toksik dari beberapa mineral dalam tanah, sehingga tanaman tidak akan menyerap mineral yang bersifat toksik dan dapat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil panen tanaman tersebut. Dari segi biologi pupuk kompos dapat memperbaiki sifat tanah dengan menambah populasi mikroorganisme didalam tanah. Kompos juga dapat menstimulasi mikoriza yang dapat bersimbiosis dengan akar. Penambahan mikroorganisme dalam kompos dapat meningkatkan kualitas pupuk organik dan meningkatkan kesuburan tanah.

2.3. Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair manfaatnya sama halnya dengan pupuk kompos, hanya saja pupuk cair ini dalam bentuk larutan. Pupuk cair adalah larutan hasil dari proses pembusukan atau dekomposisi bahan-bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan, dan manusia yang mempunyai kandungan lebih dari satu unsur. Menurut Makmur (2018), manfaat dari pemberian pupuk organik adalah dapat merangsang pertumbuhan tunas baru serta sel-sel tanaman, memperbaiki sistem jaringan sel dan memperbaiki sel-sel rusak, memperbaiki klorofil pada daun, merangsang pertumbuhan kuncup bunga, memperkuat tangkai serbuk sari pada bunga dan memperkuat daya tahan pada tanaman.

Kelebihan atau keunggulan dari pupuk organik cair ini adalah kemudahan dalam pengaplikasian atau saat digunakan, dibutuhkan dalam jumlah relatif sedikit, dan unsur hara yang terdapat dalam pupuk organik cair ini dapat langsung tersedia atau digunakan oleh tanaman. Pupuk organik cair juga dapat berasal dari hasil eksresi makhluk hidup khususnya air kencing sapi atau kerbau. Selain terdapat kelebihan dari pupuk organik cair ini, adapula kekurangannya yaitu mikroorganisme yang terkandung dalam pupuk mudah berkurang atau bahkan mati, hal ini karena bentuk pupuk yang tersedia dalam bentuk larutan sehingga jika terjadi hujan maka pencucian unsur hara ataupun pupuk yang telah diaplikasikan mudah tercuci atau hilang.

Selain mikroorganisme mudah berkecambah, pupuk organik cair ini juga dapat menghasilkan bau yang kurang sedap karena adanya gas yang dihasilkan oleh mikroorganisme yang terdapat pada proses fermentasi. Bau busuk dapat terjadi jika proses fermentasi masih kurang maksimal atau adanya kontaminasi mikroorganisme luar yang dapat menyebabkan pembusukan dan terjadinya sifat antagonisme mikroorganisme saat berlangsung proses fermentasi.

POC (Pupuk Organik Cair) mempunyai beberapa jenis yang bergantung dengan kebutuhan. Pupuk Organik Cair dapat dimanfaatkan dari tumbuhan, ataupun kotoran, diantaranya yang dapat dimanfaatkan adalah POC dari nasi, POC dari Sisa Sayur-Sayuran, POC dari kulit kakao dan POC dari kotoran hewan. Dalam proses pembuatan pupuk organik cair tidak terlepas dari peran mikroorganisme, dalam hal ini bisa disebut sebagai Mikroorganisme Lokal (MOL). Mikroorganisme adalah makhluk hidup yang digolongkan di kelompok protista yang meliputi protozoa, bakteri, dan algae yang mempunyai peran sebagai starter dalam pembuatan pupuk organik. Mikroorganisme lokal dalam penggunaannya sebagai starter dapat diaplikasikan dalam bentuk cair.

¹¹ Larutan MOL mengandung unsur hara makro dan unsur hara mikro yang didalamnya terdapat bakteri yang berfungsi sebagai perombak bahan organik, merangsang pertumbuhan, dan juga dapat digunakan sebagai agens pengendali hama dan penyakit tanaman,

sehingga MOL dapat digunakan sebagai decomposer atau fungisida (agens pengendali jamur atau fungi).

Dari penggunaan pupuk organik cair ini mempunyai beberapa kelebihan yaitu diantaranya pupuk organik cair ini tidak ada efek negative atau tidak menyebabkan tanah menjadi rusak walaupun digunakan sesering mungkin, mengandung beberapa hormon stimulant pertumbuhan tanaman yaitu hormon giberelin yang dapat memicu munculnya bunga, mempunyai bahan agregat yang kuat sehingga pupuk yang diberikan diatas permukaan tanah dapat langsung digunakan oleh tanaman, terdapat kandungan alcohol yang berfungsi sebagai sterilisasi pada tanaman sebagai contoh meminimalisir atau menghentikan organisme pathogen atau pengganggu pada tanaman.

Takaran dalam penggunaan pupuk organik cair ini yaitu dilakukan pengenceran terlebih dahulu, pengenceran dilakukan dengan menggunakan air bersih. Untuk mengaplikasikan pupuk organik cair ini dapat langsung disemprotkan dibagian rizosfer atau daun tanaman dengan memperhatikan kepekatan pupuk organik cair ini tidak boleh lebih dari 2%, hal ini berarti untuk 1 liter pupuk organik cair dapat dilarutkan minimal 50 liter air bersih. Setiap penyemprotan disarankan dengan interval waktu satu minggu jika musim kemarau atau 3 hari sekali pada musim hujan, hal ini juga menyesuaikan jenis tanaman yang akan diperlakukan.

2.4. Pupuk Kimia

Pupuk kimia adalah pupuk buatan yang dibuat secara kimia. Pupuk kimia dapat dibedakan menjadi dua berdasarkan komposisi penyusunnya, yaitu pupuk kimia tunggal dan pupuk kimia majemuk. Pupuk kimia tunggal adalah pupuk kimia yang mempunyai satu macam atau jenis kandungan zat hara, sedangkan pupuk kimia majemuk adalah pupuk kimia yang mempunyai beberapa kandungan zat hara atau bisa dibilang mempunyai unsur hara lengkap. Pupuk kimia dibuat melalui proses pengolahan oleh manusia dari bahan-bahan mineral. Tiga senyawa utama dalam pupuk anorganik yaitu nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Pupuk kimia yang dominan untuk digunakan yaitu pupuk TSP, DSP, dan ZA. Dalam pembuatan pupuk kimia majemuk ini dibuat dengan mencampurkan beberapa jenis pupuk kimia tunggal, hal ini bergantung pada setiap produsen dan komoditas yang akan diberikan pupuk atau sesuai dengan kebutuhan. Penggunaan pupuk kimia akan terlihat baik dan sangat signifikan jika diaplikasikan pada tanaman. Pemberian pupuk anorganik bertujuan untuk menjaga ketersediaan nutrisi tanaman agar tetap seimbang selama proses pertumbuhannya. Pupuk anorganik juga digunakan untuk memenuhi unsur hara yang kurang atau tidak didapatkan pada pupuk organik. Jika dibandingkan dengan pupuk organik. Kadar zat hara dan mineral pada pupuk kimia lebih tinggi, sehingga pertumbuhan tanaman lebih cepat. Selain itu, kebutuhan tanaman akan unsur hara dapat dilakukan dengan mudah karena pupuk kimia unsur haranya sudah jelas dan telah

ditakar dengan sesuai untuk tanaman. Namun, banyak petani atau penggunanya masih belum memahami dosis atau takaran serta frekuensi yang bisa diberikan pada tanaman target. Jika penggunaan pupuk kimia tidak sesuai takaran dan ini terjadi secara kontinu maka akan bisa menyebabkan dampak negatif. Jika dilakukan secara berlebihan maka pupuk kimia ini dapat merusak ekosistem khususnya kesuburan tanah itu sendiri baik dari struktur maupun tekstur tanahnya. Hal ini dapat terjadi karena tanah juga memiliki kejenuhan. Kekurangan dan dampak negatif dari penggunaan pupuk kimia adalah dapat menyebabkan peningkatan keasaman tanah. Ini karena mineral yang tidak dimanfaatkan mampu bereaksi dengan air yang ada di tanah membentuk senyawa asam. Maka, perlu adanya penilaian terhadap status nutrisi dari tanah dan tanaman sebelum memberikan pupuk kimia.

Beberapa perhatian dalam penggunaan pupuk kimia ini yaitu untuk mendapatkan efisiensi pemupukan yang optimal harus dengan dosis yang tepat. Waktu pemupukan juga harus sering dilakukan karena pupuk tidak dapat tersimpan lama dalam media tanam. Ini cukup merugikan karena harga pupuk kimia cukup mahal. Selain itu, penggunaan pupuk kimia secara berlebihan dapat menyebabkan kerusakan ekosistem dimana pupuk kimia dapat memicu pencemaran air dan mengganggu ekosistem di dalamnya.

Konsentrasi nitrogen yang tinggi dari pupuk kimia akan masuk ke dalam tanah hingga bebatuan akuifer, sehingga dapat mencemari pasokan air bersih di dalamnya, dan

dapat menyebabkan eutrofikasi. Eutrofikasi adalah suatu peristiwa ledakan populasi alga pada suatu perairan karena adanya zat hara yang melimpah. Zat hara yang melimpah pada perairan khususnya perairan lentik (danau atau rawa) salah satunya berasal dari sisa kandungan zat hara pupuk kimia yang berada di atas permukaan tanah dan Ketika adanya hujan atau adanya aliran air, maka sisa zat hara tersebut dapat terbawa aquifer sehingga tertampung pada perairan lentik. Hal tersebut yang dapat menyebabkan zat hara pada perairan dapat meningkat dan menyebabkan peristiwa eutrofikasi yang juga akan berdampak pada peningkatan bahan organik di perairan.

Pupuk nitrogen termasuk jenis pupuk kimia tunggal. Adapula beberapa jenis pupuk nitrogen sebagai berikut. Pupuk urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) yang mengandung 47% nitrogen (paling tinggi dibandingkan dengan pupuk nitrogen jenis lain). Urea sangat mudah larut dalam air dan juga mudah diubah menjadi ion nitrat (NO_3^-) yang mudah diserap oleh tumbuh-tumbuhan. FORMULA urea : $2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ pupuk ZA (Zwavel Ammonium) atau ammonium sulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) yang mengandung 21% nitrogen. Pupuk ammonium klorida (salmiak) atau NH_4Cl , mengandung 20% nitrogen. Pupuk ASN (ammonium Sulfat Nitrat) atau $[(\text{NH}_4)_3(\text{SO}_4)(\text{NO}_3)]$, mengandung 23-26% nitrogen. Pupuk natrium nitrat atau sodium nitrat (NaNO_3), mengandung 15% nitrogen.

Selain pupuk nitrogen adapula pupuk fosfor. Macam-macam pupuk fosfor sebagai berikut pupuk superfosfat ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$) yang sangat mudah larut dalam air sehingga

mudah diserap oleh akar tanaman. Contoh: Engkel superfosfat (ES) yang mengandung sekitar 15% P₂O₅, Double superfosfat (DS) yang mengandung sekitar 30%P₂O₅, dan Tripel Superfosfat (TSP) yang mengandung sekitar 45%P₂O₅. Pupuk FMP (Fused Magnesium Phosphate) atau Mg₃(PO₄)₂ yang baik digunakan pada tanah yang banyak mengandung besi dan aluminium. Pupuk aluminium fosfat (AlPO₄) Pupuk besi (III) fosfat (FePO₄).

2.5. Kandungan Pupuk dan Manfaatnya

Pemberian pupuk pada tanah sebagai media tanam pertumbuhan dan perkembangan tanaman tentu mempunyai banyak manfaatnya salah satunya ⁶⁵ adalah untuk meningkatkan kesuburan tanah dan meningkatkan produktivitas tanah sebagai media penunjang pertumbuhan tanaman. Berikut ini adalah beberapa kelebihan pupuk organik yaitu:

- a. Kandungan unsur mikro pada pupuk organik lebih lengkap jika dibandingkan dengan pupuk kimia
- b. Pupuk organik mendukung kehidupan mikroorganisme dalam tanah sehingga kesuburan tanah dapat meningkat
- c. Meningkatkan produktivitas lahan pertanian yang didukung dari peningkatan unsur hara tanah yang baik sekali untuk pertumbuhan tanamanMampu memperbaiki beberapa sifat tanah, yang meliputi sifat fisik tanah, sifat kimia tanah, dan sifat biologi tanah.

- d. Mempermudah system pengelolaan tanah untuk menjadikan tanah lebih baik.
- e. Dengan adanya mikroorganisme didalam tanah, maka unsur hara didalam tanah dapat lebih baik dalam mobilitasnya dan akan membentuk ion yang mudah diserap oleh tanaman.

Berikut ini beberapa manfaat ⁵³ kandungan unsur hara yang terdapat pada pupuk yaitu:

1. Unsur Nitrogen ⁷¹

Unsur nitrogen merupakan unsur hara esensial yang termasuk ke dalam unsur hara makro yakni diperlukan dalam jumlah banyak. Fungsi unsur nitrogen yaitu untuk memperbaiki pertumbuhan vegetatif tanaman dan pembentukkan protein. Unsur N ²¹ mempunyai peranan yang penting dalam pertumbuhan dan perkembangan semua jaringan hidup (Brady & Weil, 2002).

Fungsi nitrogen (N) bagi tumbuhan adalah: Mempercepat pertumbuhan tanaman, menambah tinggi tanaman, dan merangsang pertunasan. Memperbaiki kualitas, terutama kandunganproteinnya. Menyediakan bahan makanan bagi mikroba (jasad renik) Nitrogen diserap dalam tanah berbentuk ion nitrat atau ammonium. Kemudian, didalam tumbuhan bereaksi dengan karbon membentuk asam amino, selanjutnya berubah menjadi protein. Nitrogen termasuk unsure yang paling banyak dibutuhkan oleh tanaman karena 16-18% protein terdiri dari nitrogen. Pupuk yang paling

banyak mengandung unsure nitrogen adalah pupuk urea.

2. Unsur Fosfor

Fungsi fosfor bagi tanaman berperan dalam proses respirasi dan fotosintesis penyusunan asam nukleat pembentukan bibit tanaman dan penghasil buah. Perangsang perkembangan akar, sehingga tanaman akan lebih tahan terhadap kekeringan, dan, Mempercepat masa panen sehingga dapat mengurangi resiko keterlambatan waktu panen. Unsure fosfor diperlukan diperlukan dalam jumlah lebih sedikit daripada unsure nitrogen. Fosfor diserap oleh tanaman dalam bentuk apatit kalsium fosfat, FePO_4 , dan AlPO_4 .

3. Unsur Kalium

Fungsi kalium bagi tanaman adalah mempengaruhi susunan dan mengedarkan karbohidrat di dalam tanaman. Mempercepat metabolisme unsure nitrogen, Mencegah bunga dan buah agar tidak mudah gugur. Macam-macam pupuk kalium sebagai berikut: pupuk kalium klorida atau potassium klorida (KCl). Ada 2 macam pupuk KCl yang beredar di pasaran, yaitu KCl 80 (mengandung 50% K_2O) dan KCl 90 (mengandung 53% K_2O). Pupuk ZK (Zwavel Kalium) atau kalium sulfat (K_2SO_4) yang baik digunakan pada tanaman yang tidak tahan terhadap konsentrasi ion klorida tinggi. Ada 2 macam pupuk ZK yang beredar di pasaran, yaitu ZK 90 (mengandung 50% K_2O) dan ZK 96 (mengandung 53% K_2O).

2.6. Peluang Dan Tantangan Pengembangan Pupuk Organik di Indonesia

Indonesia tergolong daerah tropis dengan curah hujan yang tinggi, tingkat perombakan bahan organik berjalan relatif cepat, sehingga pupuk organik diperlukan dalam jumlah besar. Hal ini menimbulkan kesulitan dalam pengangkutan, dan pengadaannya. Terlebih bila pupuk organik tersebut harus didatangkan dari tempat yang cukup jauh. Kadar hara dalam pupuk organik relatif rendah dan sangat bervariasi, sehingga manfaatnya bagi tanaman ⁴⁸ berlangsung dalam jangka panjang. Oleh karena itu, penggunaan pupuk organik sebaiknya harus dikombinasikan dengan pupuk anorganik dengan takaran yang lebih rendah. Apabila hanya menggunakan pupuk organik saja dikhawatirkan produktivitas tanah dan tanaman akan terus merosot, karena tanaman menguras hara dalam tanah tanpa pengembalian unsur hara dari pupuk yang memadai. Penggunaan pupuk organik dengan bahan yang sama terus-menerus juga akan menimbulkan ketidakseimbangan hara dalam tanah sehingga dapat terjadi akumulasi hara K dan defisiensi Mg. Penggunaan pupuk organik dengan C/N rasio tinggi dan belum matang dapat menimbulkan kekahatan N.

Beberapa bahan dasar pembuatan pupuk organik yang terdiri atas bahan-bahan berserat panjang dan keras dapat menyulitkan proses produksinya. Untuk itu diperlukan alat pengolah/pemotong (chopper) agar menjadi lebih kecil atau pendek sehingga mudah dikomposkan. Selain itu, pupuk organik dapat membawa patogen dan telur serta

serangga yang mengganggu tanaman. Pupuk kandang seringkali mengandung benih gulma atau bibit penyakit bagi manusia.

Pupuk kandang juga mempunyai bau yang tidak enak bagi lingkungan, meskipun tidak beracun. Sedangkan pupuk hijau kadang-kadang dapat menimbulkan alelopati bagi tanaman pokok. Pupuk organik terutama yang berasal dari sampah kota atau limbah pabrik bisa mengandung logam berat. Jika pupuk tersebut digunakan pada tanah berdrainase buruk akan menimbulkan akumulasi logam berat dan metan yang dapat berbahaya bagi ternak dan manusia, baik langsung maupun melalui tanaman yang menyerap logam berat tersebut. Berdasarkan permasalahan yang dihadapi, maka strategi yang dapat dilakukan untuk mendorong implementasi penggunaan pupuk organik (Setyorini 2010) adalah:

- a. Menerapkan teknologi yang relatif murah dan mudah dikerjakan petani, misalnya dengan pengadaan pupuk organik insitu secara alley cropping, strip cropping, ataupun menanam cover crop, dan mengembalikan sisa panen ke lahan usahatannya.
- b. Mendorong tumbuhnya industri kecil, yaitu industri pupuk organik di daerah sentra produksi yang mempunyai bahan baku melimpah, untuk mengatasi masalah yang ada terutama pengangkutan karena jumlah pupuk organik yang diperlukan relatif besar jumlahnya.
- c. Kebijakan pemerintah memberikan bantuan alat untuk membuat pupuk organik dan atau mikroba

dekomposer agar mempercepat proses pengomposan kepada kelompok tani di sentra usahatani lahan sawah maupun lahan kering.

d. Melaksanakan pengawasan mutu pupuk organik dan menerapkan standar mutu pupuk organik yang ramah lingkungan. (Hartatik, 2015).

BAB 3

URIN KAMBING

3.1. Kandungan Nutrisi Urin Kambing

Urin kambing mengandung nutrisi yang kaya dan dapat berfungsi sebagai pupuk organik yang bermanfaat bagi tanaman. Berikut adalah beberapa nutrisi utama yang terdapat dalam urin kambing (Alvi dkk., 2018).

1. Nitrogen (N): Nitrogen merupakan unsur esensial untuk pertumbuhan tanaman, dan urin kambing menyediakan jumlah yang besar dari nitrogen, baik dalam bentuk urea, amonia, maupun senyawa nitrogen lainnya. Fungsi nitrogen sangat penting dalam pembentukan protein dan pertumbuhan daun tanaman.
2. Fosfor (P): Fosfor juga merupakan unsur penting yang terdapat dalam urin kambing. Kandungan fosfor ini mendukung perkembangan akar, pembentukan bunga, dan regulasi energi dalam tanaman. Jumlah fosfor dalam urin dapat bervariasi tergantung pada jenis diet yang diberikan kepada kambing.

Kalium (K): Urin kambing mengandung jumlah yang signifikan dari kalium. Kalium membantu dalam perkembangan umum tanaman, meningkatkan resistensi terhadap penyakit, dan mengatur tekanan osmotik dalam sel tanaman.

3. Magnesium (Mg) dan Kalsium (Ca): Walaupun dalam proporsi yang lebih kecil, urin kambing juga dapat memberikan kontribusi magnesium dan kalsium. Kedua mineral ini penting untuk perkembangan tanaman, struktur sel, dan proses fisiologis lainnya.
4. Unsur Jejak (*Trace Elements*): Selain nutrisi utama, urin kambing juga mengandung unsur jejak seperti besi, mangan, seng, tembaga, dan boron. Meskipun diperlukan dalam jumlah kecil, unsur jejak ini esensial untuk menjaga kesehatan tanaman.

Menurut Chaturvedi (2022) biokimia yang terkandung dalam urin kambing dibandingkan dengan urin sapi yaitu sebagai berikut (tabel 3.1):

Tabel 3.1. Kandungan Biokimia Urin Sapi dan Kambing (Chaturvedi et al., 2022)

Senyawa Kimia	Urin Sapi	Urin Kambing
Nitrogen	+	+
Amonia	+	+
Phenol	+	+

p-ethylphenylsulphuric acid	-	+
Allantoin	+	-
Kalsium	+	+
Klorida	+	+
Coproporphyrin	-	-
Kreatinin	+	+
Magnesium	-	+
Potasium	+	+
Sodium	+	+
Sulfat	+	+
Asam urat	+	+
Uroporphyrin	+	+
Glukosa	Nil	Nil
Protein	Nil	Nil
Hemoglobin	Nil	Nil

Isnaini (2022) menyatakan bahwa urin kambing memiliki hormon alami golongan IAA, giberelin, dan sitokinin lebih tinggi dari pada urin ternak lain. Kadar giberelin yang terkandung dalam urin kambing 938 ppm, auksin 356 ppm. IAA (*Indole Acetil Acid*) adalah salah satu kandungan zat perangsang tumbuh yang dapat mempengaruhi pembentukan jaringan berbagai organ maupun sistem organ tanaman diantaranya merangsang perkembangan akar, tunas, meningkatkan proses fisiologi tanaman dan meningkatkan penyerapan hara (Rosyadi dkk., 2021). Memanfaatkan urin kambing sebagai pupuk organik dapat memberikan keuntungan dalam menyediakan nutrisi alami

bagi tanaman dan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia.

3.2. Mikroorganisme pada Urin Kambing

Mikroorganisme pada urin kambing dapat memberikan kontribusi positif sebagai pupuk alami atau pupuk organik. Beberapa mikroorganisme yang dapat ditemukan dalam urin kambing dan memiliki potensi sebagai pupuk menurut Tomar (2018) diantaranya:

1. Bakteri Nitrobacter dan Nitrosomonas: Bakteri ini berperan dalam siklus nitrogen. Nitrosomonas mengubah amonia menjadi nitrit, sedangkan Nitrobacter mengubah nitrit menjadi nitrat. Nitrat adalah bentuk nitrogen yang dapat diserap oleh tanaman.
2. Bakteri Pelarut Fosfat: Beberapa jenis bakteri seperti Pseudomonas dan Bacillus dapat membantu melarutkan fosfat dalam urin kambing, sehingga lebih mudah diserap oleh tanaman.
Bakteri Pengurai: Bakteri pengurai, seperti bakteri dari genus Bacillus, dapat membantu dalam penguraian bahan organik yang terkandung dalam urin, sehingga nutrisinya lebih mudah diakses oleh tanaman.
3. Fungi Mikoriza: Fungi mikoriza adalah jenis fungi yang membentuk hubungan mutualistik dengan akar tanaman, membantu meningkatkan penyerapan nutrisi oleh tanaman.

4. Actinomycetes: Bakteri ini berperan dalam penguraian bahan organik kompleks dan membantu meningkatkan struktur tanah.

Penggunaan urin sebagai pupuk memerlukan perhatian terhadap rasio nutrisi, konsentrasi urin, dan metode aplikasi. Sebelum menggunakannya, disarankan untuk melakukan uji tanah dan memastikan bahwa kandungan nutrisi dalam urin kambing sesuai dengan kebutuhan tanaman yang akan ditanam. Hal tersebut dimaksudkan agar tidak terjadi respon yang negatif baik bagi tanaman maupun unsur hara tanah. Sebagai contoh jika kadar urin terlalu tinggi dapat menyebabkan pemekatan pada tanah, sehingga akar akan sulit menembus tanah untuk mendapatkan nutrisi (Sitinjak & Pratomo., 2019).

3.3. Prosedur Kolektif dan Penggunaan Urin Kambing sebagai Pupuk Organik Cair

Limbah urin kambing memiliki potensi sebagai sumber nutrisi yang berharga untuk tanaman. Komposisi urin kambing yang kaya akan nutrisi esensial seperti nitrogen, fosfor, dan kalium menjadi faktor penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Namun, penting untuk diperhatikan dalam menjalani proses pengolahan yang tepat sebelum mengaplikasikannya agar dapat menghindari potensi risiko kesehatan dan mengurangi bau yang tidak diinginkan.

Berikut adalah beberapa langkah yang dapat diambil untuk menciptakan pupuk organik dari urin kambing (Lestari et al., 2022).

1. Pengumpulan dan Penyimpanan:
 - Kumpulkan urin kambing dalam wadah yang bersih dan tahan air. (beri gambar)
 - Simpan urin dalam wadah tertutup untuk mencegah kehilangan nutrisi dan mengurangi bau yang tidak diinginkan.
2. Pencampuran dengan Air:
 - Encerkan urin kambing dengan air dalam perbandingan yang biasanya sekitar 1:4 atau 1:5. Proses pencampuran membantu mengurangi tingkat keasaman dan menghindari risiko terbakarnya tanaman akibat kandungan nitrogen yang tinggi.
3. Fermentasi:
 - Biarkan campuran urin dan air mengalami proses fermentasi selama 2-3 minggu. (beri gambar)
 - Fermentasi berperan dalam mengubah senyawa-senyawa yang potensial berbahaya menjadi bentuk yang lebih aman bagi tanaman.
4. Penyaringan:
 - Saring campuran yang telah mengalami fermentasi untuk menghilangkan partikel kasar dan memastikan kebersihan pupuk.
5. Aplikasi:
 - Pupuk organik yang dihasilkan dapat digunakan sebagai pupuk cair atau dicampur dengan bahan organik lain untuk membentuk pupuk padat. (beri gambar)

Terapkan pupuk ini pada tanaman sesuai dengan dosis yang direkomendasikan untuk jenis tanaman tertentu.

3.4. Mekanisme Simbiosis Urin Kambing dengan Tanaman

Proses simbiosis antara urin kambing dan tanaman melibatkan beberapa mekanisme yang menciptakan hubungan mutualistik di mana keduanya saling menguntungkan. Berikut adalah beberapa mekanisme yang terlibat dalam simbiosis ini (Batubara et al., 2021).

a. Pemberian Nutrisi:

Urin kambing mengandung nutrisi esensial seperti nitrogen, fosfor, kalium, magnesium, dan unsur jejak lainnya. Nutrisi-nutrisi ini berfungsi sebagai sumber makanan langsung bagi tanaman. Nitrogen, sebagai contoh, merupakan elemen penting untuk pembentukan protein dan pertumbuhan daun.

b. Peningkatan Aktivitas Mikroba Tanah:

Nutrisi yang terkandung dalam urin kambing mendukung pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme dalam tanah. Mikroba tanah membantu dalam menguraikan bahan organik kompleks menjadi bentuk yang dapat diserap oleh tanaman.

c. Perbaikan Struktur Tanah:

d. Urin kambing dapat membantu meningkatkan struktur tanah dengan meningkatkan agregat tanah dan retensi air. Ini dapat memperbaiki kapasitas tanah untuk menyediakan nutrisi dan air kepada tanaman.

Peningkatan Ketersediaan Nutrisi:

Nutrisi yang terkandung dalam urin kambing dapat merangsang aktivitas bakteri pengikat nitrogen (nitrogen-fixing bacteria) yang membantu mengubah nitrogen atmosfer menjadi bentuk yang dapat diserap oleh tanaman. Hal ini meningkatkan ketersediaan nitrogen bagi tanaman di sekitar akar.

e. Peningkatan Resistensi Tanaman:

Kalium dalam urin kambing dapat meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit dan stres lingkungan. Nutrisi yang seimbang membantu tanaman menjadi lebih tahan terhadap serangan patogen dan kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan.

f. Pertukaran Hubungan Hormonal:

Komponen-komponen dalam urin kambing dapat memicu produksi hormon pertumbuhan pada tanaman, hal ini dapat merangsang pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara positif. Dengan demikian, urin kambing dapat berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman dengan cara-cara yang memanfaatkan sifat-sifat alami nutrisi yang terkandung dalam urin.

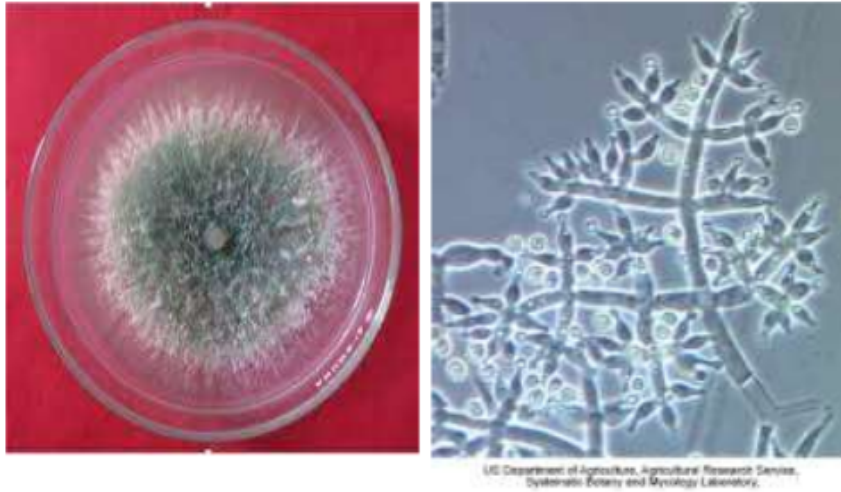


BAB 4

JAMUR *TRICHODERMA* *SP.* DARI AKAR BAMBU

4.1. Karakteristik Jamur *Trichoderma sp.*

Trichoderma sp. adalah pertumbuhan paling umum di tanah, terutama dengan bahan organik tinggi. Jamur bermanfaat sebagai pemicu pertumbuhan dan agen hayati potensial dalam mengendalikan penyakit tanaman. Hubungan *Trichoderma sp.* dan tumbuhan bersifat mutualisme, tumbuhan mengambil keuntungan dalam hal pertumbuhan dan pengendalian penyakit, sedangkan *Trichoderma sp.* mendapat unsur hara yang dihasilkan oleh tanaman (Jaya, K *et al*, 2023)



Gambar 4.1. *Trichoderma sp.* Secara makroskopis dan mikroskopis (Doo et al., 2023).

Trichoderma sp. Sebagai agens hayati yang secara alami dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan beberapa jenis penyakit tular tanah karena memiliki sifat antagonisme terhadap patogen berupa kompetisi ruang dan nutrisi, mikoparasit dan antibiosis. Selain itu, jamur *Trichoderma sp.* juga memiliki beberapa kelebihan seperti mudah diisolasi, daya adaptasi luas, mudah ditemukan pada areal pertanian, dapat tumbuh dengan cepat pada berbagai substrat, memiliki kisaran mikroparasitisme yang luas dan tidak bersifat patogen pada tanaman (Sanothan, A et al, 2023).

Karakterisasi morfologi *Trichoderma sp.* bedakan secara makroskopis maupun mikroskopis. Karakter morfologi yang diamati secara makroskopis meliputi warna dan bentuk koloni. Sedangkan karakter morfologi yang diamati secara mikroskopis meliputi bentuk konidiofor, fialid dan konidia (Gambar 3.1) (Gusnawaty et al, 2014); (Doo et al., 2023).

Menurut Marianah (2013) Peran utama *Trichoderma* sp. Adalah dalam menguraikan bahan organik, termasuk nitrogen yang ada dalam senyawa kompleks. Dengan cara ini, nitrogen tersebut dapat tersedia untuk digunakan oleh tanaman, yang pada gilirannya merangsang pertumbuhan tanaman. Peningkatan ketersediaan unsur nitrogen inilah yang secara signifikan memengaruhi perkembangan organ-organ vegetatif tanaman, seperti tinggi tanaman dan jumlah daun, yang merupakan faktor-faktor penentu berat basah tanaman (Siregar et al., 2018).

4.2. Manfaat Jamur *Trichoderma* sp. untuk tanaman

Penyakit tanaman merupakan factor pembatas terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Metode pengendalian yang sering dilakukan oleh para petani untuk mengatasi masalah tersebut yaitu penggunaan bahan pestisida sintetik yang melebihi dosis anjuran dan digunakan secara terus-menerus sehingga mengakibatkan akumulasi pestisida di tanah. Akumulasi pestisida yang tinggi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan bahkan ke tingkat konsumen, berkurangnya mikroorganisme tanah, dan kerentanan tanaman (Miftakhun, 2017).

Pengendalian hayati dapat digunakan dalam penanggulangan penyakit tanaman. Agens hayati yang digunakan untuk mengendalikan penyakit disebut agens antagonis. Pemanfaatan agens hayati dalam menekan

perkembangan penyakit terus dikembangkan dan dimasyarakatkan ke petani. Penerapan Agens Pengendalian Hayati (APH) didasarkan pada pendekatan ekologi, ekonomi, sosial dan budaya, dengan tujuan mengendalikan populasi atau intensitas serangan Organisme PenggangguTumbuhan sampai tingkat yang tidak menimbulkan kerusakan ekonomis (Utami, W. P *et al*, 2023).

Penyakit tanaman yang disebabkan oleh patogen menjadi masalah serius bagi para petani dan perlu tindakan untuk mengendalikan penyakit yang menyerang tanaman tersebut. Di Indonesia, sebagian besar petani masih menggunakan pestisida kimia sebagai pengendalian penyakit tanaman. Namun penggunaan pestisida yang tidak terkontrol dapat memberikan dampak yang buruk pada lingkungan dan kesehatan konsumen serta biaya produksi yang mahal bagi para petani. Salah satu alternatif yang dapat dikembangkan oleh petani terutama di Indonesia di masa depan adalah memanfaatkan *Trichoderma* sp. ntuk mengendalikan penyakit pada tanaman. Pengendalian penyakit tanaman menggunakan *Trichoderma* sp. selain merupakan proses pengendalian yang ramah lingkungan, juga terbukti dapat menekan pertumbuhan patogen serta membantu pertumbuhan vegetative tanaman (Doo, S. R. P *et al*, 2023). Dalam beberapa publikasi dilaporkan bahwa pemberian pupuk organik yang dicampur dengan *Trichoderma* terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Lehar 2012; Utama *et al.*, 2015).*Trichoderma* sp. dapat

dimanfaatkan sebagai pengendalian penyakit tanaman (Damiri *et al.*, 2014; Herman *et al.*, 2014; Purwantisari), penyusun pupuk hayati (*biofertilizer*) dan sebagai elisitor produksi metabolit sekunder. *Trichoderma* sp juga dapat menghasilkan enzim β -1,3 glukonase dan kitinase (Adriansyah *et al.*, 2015).

4.3. Proses isolasi *Trichoderma* sp. dari akar bambu

Isolasi jamur *Trichoderma* sp. dari akar bambu dapat dilakukan dengan metode perangkap media. Metode ini dilakukan dengan cara menyediakan media pertumbuhan yang sesuai untuk jamur *Trichoderma* sp., kemudian menempatkannya di sekitar akar bambu. Jamur *Trichoderma* sp. akan tumbuh di media tersebut dan dapat dipisahkan dari media setelah tumbuh cukup banyak.

Berikut adalah tahapan isolasi jamur *Trichoderma* sp. dari akar bambu dengan metode perangkap media (Doo *et al.*, 2023).

1. Persiapan bahan-bahan yang diperlukan:
 - a. Akar bambu
 - b. Media pertumbuhan jamur *Trichoderma* sp.: seperti nasi, tepung jagung, atau sawi
 - c. Gelas atau botol plastik
 - d. TissuePlastik wrap
2. Mencuci bersih akar bambu dengan air mengalir.
3. Memisahkan akar bambu dari tanahnya.
4. Memotong akar bambu menjadi ukuran kecil-kecil.

5. Memasukkan potongan akar bambu ke dalam gelas atau botol plastik.
6. Mengisi media pertumbuhan jamur *Trichoderma* ke dalam gelas atau botol plastik hingga penuh.
7. Menutup gelas atau botol plastik dengan tissue dan plastik wrap.
8. Menginkubasi gelas atau botol plastik di tempat yang teduh dan sejuk selama 7-14 hari.

Setelah 7-14 hari, jamur *Trichoderma* sp. akan tumbuh di media. Jamur *Trichoderma* sp. dapat dipisahkan dari media dengan cara berikut:

- a. Membuka gelas atau botol plastik.
 - b. Mengangkat tissue dan plastik wrap.
 - c. Memisahkan akar bambu dari media.
 - d. Memisahkan jamur *Trichoderma* sp. dari akar bambu dengan menggunakan pinset.
- a. Jamur *Trichoderma* sp. yang telah dipisahkan dapat diidentifikasi dengan cara melihat morfologinya di bawah mikroskop. Beberapa tips untuk isolasi jamur *Trichoderma* sp. diantaranya: Gunakan akar bambu yang sehat dan segar.
 - b. Gunakan media pertumbuhan jamur *Trichoderma* yang sesuai.
 - c. Inkubasikan gelas atau botol plastik di tempat yang teduh dan sejuk.
 - d. Pisahkan jamur *Trichoderma* dari media dengan hati-hati.
 - e. Identifikasi jamur *Trichoderma* sp. dengan benar.

9

Hasil penelitian Urairil dkk (2012), dedak, beras, serbuk gergaji, akar bambu dan sekam padi dapat digunakan sebagai media perbanyakan *Trichoderma* sp. Bahan-bahan tersebut mengandung karbohidrat, serat, nit-rogen, posfat, kalium, yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan *Trichoderma* sp.

BAB 5

LIMBAH AIR CUCIAN BERAS

5.1. Definisi Air Cucian Beras

⁴⁷ Petani di Indonesia biasanya menggunakan pupuk kimia untuk membantu proses produksi tanaman. Namun, pupuk ini memiliki dampak negatif pada lahan pertanian. Menurut Djuarni (Solikah dkk., 2022), yang menyatakan bahwa penggunaan pupuk kimia menimbulkan akibat sebagai berikut: 1) tanaman menjadi sangat rentan terhadap hama dan meskipun sangat produktif, tetapi tidak tahan terhadap hama tersebut; 2) hilangnya pengetahuan lokal untuk mengelola lahan pertanian dan ketergantungan petani pada kemasan pertanian untuk produk industri. Hal ini menyebabkan petani Indonesia mencari alternatif pupuk yang lebih ramah terhadap tanah dan lingkungan ⁵⁵ yaitu pupuk organik cair (POC) (Solikah dkk., 2022).

Air cucian beras merupakan salah satu limbah rumah tangga yang hingga saat ini jarang dirasakan manfaatnya. ⁶⁹ Limbah air cucian beras didapatkan dari air yang berasal

dari beras yang dicuci dengan air jernih untuk menghilangkan debu, dedak, dan kotoran lain (Faizah, R *et al*, 2023). Air cucian beras merupakan salah satu limbah yang akan mudah kita temui dalam kehidupan kita. Konsumsi beras yang tinggi dalam kehidupan sehari-hari menyebabkan banyaknya air cucian beras yang terbuang dan jarang untuk dimanfaatkan. Akan tetapi, nyatanya air cucian beras mengandung banyak nutrisi yang berguna untuk menyuburkan tanaman (Haryadi, N *et al*, 2023).

5.2. Manfaat dan Kandungan Air Cucian Beras

Air cucian memiliki banyak manfaat, Penelitian menunjukkan bahwa air cucian beras dapat bermanfaat sebagai Pupuk Organik Cair (POC) yang dapat berguna sebagai pupuk tanaman dan bahan penyubur tanah (Nabayi *et al.*, 2021). Kandungan hara yang terdapat dalam air cucian beras memiliki kandungan hara yang lebih tinggi dibanding air cucian beras merah (Wulandari, 2012 dalam Okalia *dkk.*, 2021). Hara dari air cucian beras yang diolah menjadi POC berupa N, P, dan K dan unsur mikro lainnya diperoleh dari hasil fermentasi yang dilakukan selama beberapa waktu (Okalia *dkk.*, 2021). Limbah air cucian beras memberikan manfaat nyata pada pertumbuhan tanaman (Lalla, 2018), meningkatkan berat buah (Yulianingsih, 2017) dan jumlah daun (Hairudin *dkk.*, 2018). Selain bagi tanaman, POC dari limbah air cucian beras juga baik dalam memperbaiki sifat kimia tanah dengan

59 meningkatkan pH tanah, C organik dan N total (Febrianna dkk., 2018).

Air bekas cucian beras juga memiliki banyak nutrisi yang terkandung di dalamnya antara lain adalah 70% vitamin B3, 80% vitamin B1, 90% vitamin B6, 50% fosfor, 50% mangan, dan juga memiliki kandungan zat besi sebanyak 60% sehingga sangat baik untuk pertumbuhan tanaman (Bukhori, 2013). Ada banyak manfaat air cucian beras untuk tanaman yang belum banyak diketahui. Air cucian beras mengandung banyak nutrisi penting bagi tanaman sekaligus mengandung bakteri baik. Air beras mengandung 90 persen karbohidrat berbentuk pati yang penting untuk hormon auksin, alanin dan gibbereline pada tanaman (Sifaunajah dkk., 2022)

Dari berbagai macam zat yang terkandung, air beras memiliki beberapa manfaat bagi manusia diantaranya pembuatan sirup melalui fermentasi dengan penambahan tanaman rosella sebagai pewarna alami (Asgad dkk, 2013). Limbah air cucian beras telah digunakan untuk pertumbuhan berbagai tanaman. G.M dkk (2012) menyatakan bahwa limbah ini dapat meningkatkan pertumbuhan akar selada pada jenis dan kadar air yang berbeda.

1. Berikut adalah beberapa manfaat air cucian beras untuk tanaman yang telah diteliti oleh para peneliti: **Peningkatan kesuburan tanah**

14 Penelitian yang dilakukan oleh Nabayi (2021) menunjukkan bahwa pemberian air cucian beras dapat meningkatkan kadar nitrogen, fosfor, kalium, dan pH tanah. Penelitian lain yang dilakukan oleh Noviyanty

and Salingkat (2018) menunjukkan bahwa pemberian air cucian beras dapat meningkatkan kandungan bahan organik dan kapasitas tukar kation (KTK) tanah. Air cucian beras dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan cara menambah kandungan unsur hara, seperti nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, magnesium, sulfur, dan mikronutrien lainnya. Unsur-unsur hara tersebut penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

2. Peningkatan pertumbuhan dan produksi tanaman

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Husna (2022) menunjukkan bahwa pemberian air cucian beras dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot kering tanaman kangkung darat. Penelitian lain yang dilakukan oleh Harahap (2021) menunjukkan bahwa pemberian air cucian beras dapat meningkatkan produktivitas tanaman tomat. Mekanisme air cucian beras dapat mempercepat pertumbuhan dan produksi tanaman yaitu dengan caramenyediakan nutrisi yang kompleks bagi tanaman. Berikut beberapa jenis nutrisi yang terkandung pada air cucian beras (Tabel 5.1).

Tabel 5.1. Kandungan Nutrisi Air Cucian Beras (Nabayi et al., 2021)

Jenis nutrisi	Kadar (%)
Nitrogen	0,015
Fosfor	16,306
Kalium	0,02

Kalsium	2,944
Magnesium	14,252
Sulfur	0,027
Besi	0,0427
Vitamin B1	0,043

3. Peningkatan daya tahan tanaman terhadap hama dan penyakit

Air cucian beras dapat meningkatkan daya tahan tanaman terhadap hama dan penyakit dengan cara meningkatkan imunitas tanaman. Selain itu, juga dapat menghasilkan senyawa antibakteri dan antivirus yang dapat membantu melindungi tanaman dari serangan hama dan penyakit. Penelitian yang dilakukan oleh Elfarisna (2016) menunjukkan bahwa pemberian air cucian beras pada tanaman melati dapat meningkatkan daya tahan tanaman cabai terhadap serangan penyakit layu bakteri. Penelitian lain yang dilakukan oleh Nabayi (2021) menunjukkan air cucian beras dapat meningkatkan daya tahan beberapa tanaman buah seperti tomat dan terong terhadap serangan bakteri *Ralstonia solanacearum*.

4. Peningkatan kualitas hasil panen

Air cucian beras dapat meningkatkan kualitas hasil panen dengan cara meningkatkan kandungan nutrisi dan antioksidan pada hasil panen. Air cucian beras juga dapat membantu melindungi hasil panen dari kerusakan akibat hama dan penyakit. Penelitian yang dilakukan oleh Hartati dan Haryono (2022) menunjukkan bahwa pemberian fermentasi air cucian beras dengan

konsentrasi 50% sampai 100% selama 15 hari mampu meningkatkan produktivitas tanaman anggrek. Penelitian lain yang dilakukan oleh Santosa dan Soekendarsi (2018) menunjukkan bahwa pemberian campuran air cucian beras dengan air kelapa dapat meningkatkan pertumbuhan akar, batang, dan tinggi tanaman pucuk merah (*Syzygium myrtifolium* (Roxb)).

Berdasarkan hasil penelitian-penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa air cucian beras memiliki berbagai manfaat bagi tanaman. Air cucian beras dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesuburan tanah, pertumbuhan dan produksi tanaman, daya tahan tanaman terhadap hama dan penyakit, serta kualitas hasil panen.

5.3. Prosedur Penggunaan Air Cucian Beras sebagai Pupuk Organik

Menurut penelitian Sifaunajah (2022) menyatakan bahwa tahapan proses pembuatannya, sebagai berikut:

- a. Tuangkan air cucian beras ke dalam wadah baskom atau ember.
- b. Tambahkan EM4 sebagai starter dalam pembuatan POC, Em4 ini mengandung jenis bakteri baik yang bermanfaat, adapun dosisnya adalah 200 ml per liter air cucian beras.
- c. Tambahkan juga gula merah dengan dosis 20 gr per liter air cucian beras. Gula merah ini berfungsi sebagai sumber energi bagi bakteri.

- d. Aduk semua bahan hingga merata dan masukkan ke dalam toples tertutup. Toples yang digunakan harus dimodifikasi dengan menambahkan selang yang dihubungkan ke botol kecil untuk tempat pembuangan gas yang ditimbulkan oleh proses fermentasi.
- e. Lakukan pengocokan berkala selama proses fermentasi yaitu sekitar 1 minggu. Fermentasi POC air cucian beras yang berhasil ditandai dengan aroma seperti tape, dan jika gagal memiliki bau tidak sedap.
- f. Setelah satu minggu POC air cucian beras sudah dapat digunakan.



BAB 6

LIMBAH AIR KOLAM

6.1. Mikroorganismes Air Kolam

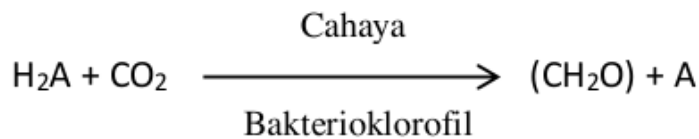
⁶⁰ Mikroorganismes merupakan makhluk hidup yang memiliki ukuran yang sangat kecil. Mikroorganismes ada yang hanya terdiri dari sel tunggal (uniseluler) maupun bersel banyak (multiseluler). Setiap sel memiliki kemampuan untuk mengalami pertumbuhan, memperbanyak diri, dan menghasilkan energi (Kumar 2012). Mikroorganismes berinteraksi dengan sesama mikroorganismes maupun dengan organismes lain yang kemudian akan memberikan efek yang beraneka ragam, baik menguntungkan maupun merugikan.

Pada Air kolam terdapat mikroorganismes berupa bakteri dari golongan *Cyanobacteria*, diketahui bakteri tersebut dapat dimanfaatkan untuk pembuatan biofertilizer karena kemampuannya dalam membantu proses fotosintesis pada tanaman (Massey et al., 2023).

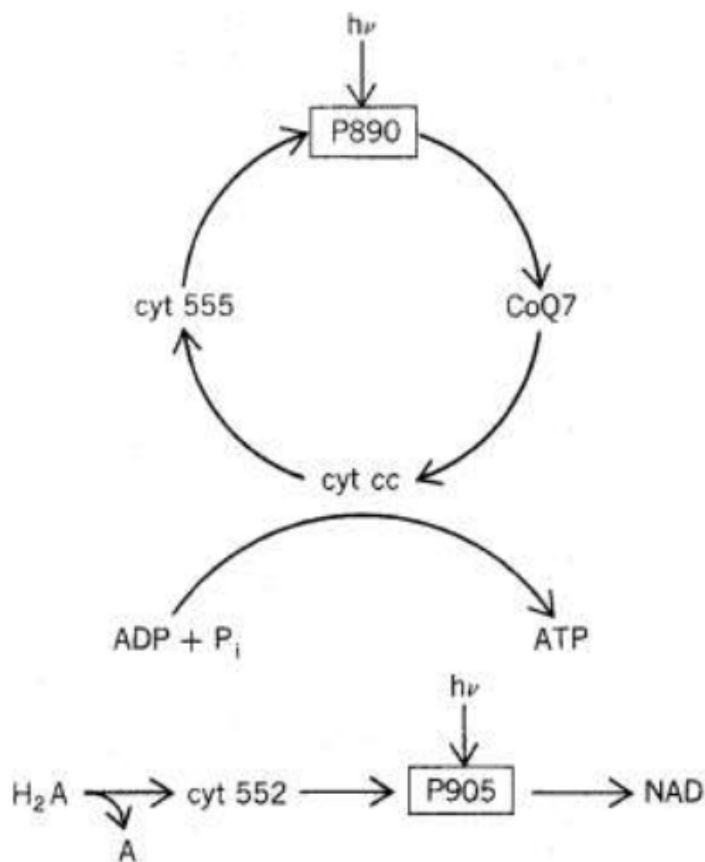
6.2. Definisi Bakteri Fotosintesis

Bakteri fotosintesis merupakan bakteri yang memiliki peran penting dilingkungan. Hampir sepertiga di bumi, fotosintesis lebih banyak dilakukan oleh mikroorganisme. Sejarah mencatat bahwa S. Vinogradsky pada tahun 1889 merupakan orang yang pertama kali mengenalkan bakteri ini, yang mana dilanjutkan penelitian lebih dalam lagi oleh C.B. Van Niel.

Bakteri fotosintesis merupakan bakteri yang mampu merubah energi cahaya matahari menjadi energi kimia bebas, yang prosesnya hampir mirip dengan tumbuhan adapun reaksi sebagai berikut (Govindjee, 1971):



Dimana H₂A adalah H₂ donor yang bersumber dari luar (tergantung sumbernya), jika pada tanaman H₂A adalah air, dan CH₂O adalah karbohidrat. Tidak seperti pada tanaman, bakteri fotosintesis tidak menghasilkan O₂ sebagai produk akhirnya. Mekanisme terjadinya reaksi fotosintesis pada bakteri dimulai dari penyerapan energi matahari oleh karotenoid B800 dan B850 dan dialirkan ke B890 disimpan sebagai energi simpanan. Setelah itu akan terjadi reaksi primer yaitu reaksi oksidasi pada energi simpanan oleh sitokrom dan P890 Serta reaksi reduksi oleh ubikuinon. Sebagai contoh untuk reaksi fotosintesis pada bakteri sebagai berikut (Gambar 6.1):



Gambar 6.1. Reaksi Fotosintesis pada bakteri fotosintesis. $h\nu$:cahaya matahari, cyt:sitokrom (Govindjee, 1971).

Menurut Norbert Pfennig (1967) bakteri fotosintesis merupakan organisme air yang khas, yang menghuni di lingkungan laut maupun lingkungan perairan. Kelompok bakteri fotosintesis dibagi menjadi 3 yakni:

1. Bakteri nonsulfur ungu dan coklat ; Athiorhodaceae
2. Bakteri Sulfur ungu: Thiorhodaceae

Bakteri sulfur hijau: Chlorobacteriaceae Adapun menurut Aswati bahwa klasifikasi bakteri fotosintesis dibagi menjadi

2 kelompok besar yaitu Bakteri fotosintesis anoksigenik dan Bakteri fotosintesis oksigenik (Tabel 6.1).

Tabel 6.1. Klasifikasi bakteri fotosintesis Pfennig (1967)

Kategori	Tipe	Pigmen	Sumber C	Electron donor
Anoksigenik	Bakteri ungu	Bakteri klorofil <i>a</i> dan <i>b</i>	C organik dan/atau CO ₂	H ₂ , H ₂ S, S
	Bakteri hijau	Bakteri klorofil <i>c</i> , <i>d</i> dan <i>e</i> serta sedikit yang menggunakan klorofil <i>a</i>	CO ₂	H ₂ S, S
Oksigenik	Sianobakteria	Klorofil <i>a</i> , pikobilin	CO ₂	H ₂ O
	Prokloropites	Klorofil <i>a</i> dan Klorofil <i>b</i>	CO ₂	H ₂ O

Bakteri fotosintesis anoksigenik dapat ditemukan di air tawar, air payau, air laut maupun air yang sangat asin. Fotosintesis anoksigenik tergantung pada electron donor seperti senyawa belerang tereduksi, molekul hidrogen ataupun senyawa organik lainnya. Bakteri fotosintesis anoksigenik dikelompokkan berdasarkan pigmentasinya yaitu

1. Bakteri sulfur ungu,
Tumbuh dalam kondisi anaerobik dengan adanya cahaya dan tidak menggunakan donor elektron. Sintesis pigmen ditentukan oleh kadar O_2 . Pembagian kelompok bakteri sulfur ungu yaitu alpha, beta, gamma, delta dan Epsilon. Bakteri sulfur ungu juga dibagi menjadi bakteri sulfur ungu dan bakteri non sulfur.
2. Bakteri sulfur hijau
Bakteri pada umumnya berwarna coklat hal ini dikarenakan adanya komponen senyawa karotenoid. Tergolong bakteri gram negative dan mengandung bakterioklorofil c, bakterioklorofil d, atau bakterioklorofil e dan ada beberapa yang mengandung bakterioklorofil a. bakteri sulfur hijau dan bakteri non sulfur hijau.
3. Heliobacteria.
Sebagian besar ditemukan pada tanah tropis di persawahan. Bakteri mengandung bakterioklorofil yang memiliki gugus vinil ($H_2C = CH_2$)
Bakteri fotosintesis oksigenik Memiliki sifat uniseluler atau multiseluler serta memiliki bakterioklorofil a dan melakukan fotosintesis oksigenik.

6.3. Fungsi Bakteri Fotosintesis

Kegunaan bakteri fotosintesis terhadap tumbuhan telah banyak dilaporkan. Nadzifatin (2023) melaporkan bahwa penggunaan bakteri fotosintesis membantu mengikat nitrogen ke tanaman yaitu mengikat N_2 bebas dan mengubah menjadi senyawa nitrogen dan senyawa

ammonium. Hal ini dipengaruhi karena adanya modifikasi dari tubuh bakteri yang dikenal sebagai tempat fiksasi nitrogen oleh nitrogenase.

Bakteri fotosintesis mampu memacu percepatan pertumbuhan tanaman hal ini dipengaruhi oleh kemampuan bakteri fotosintesis dalam menghasilkan berbagai macam zat seperti asam amino, polipeptida, vitamin dan senyawa anti bakteri maupun anti jamur.

Kegunaan lainnya bakteri fotosintesis ini mampu melarutkan fosfat yang tidak larut seperti Kalsium fosfat, besi fosfat, aluminium fosfat dan hidroksiapatit dalam tanah. Sehingga, ketersediaan fosfor dalam tanah meningkat. Selain yang telah disebutkan diatas terdapat berbagai manfaat pula tentang bakteri fotosintesis yaitu berpotensi sebagai pupuk organik pada tanaman. Membantu menambahkan gas hidrogen sulfida di dalam tanah dari proses dekomposisi bahan organik, Meningkatkan pertumbuhan akar batang dan daun tanaman. Sebagai sumber mineral asam amino, asam nukleat, senyawa aktif fisiologis dan polisakarida

Dilaporkan bahwa penggunaan sianobakteri dapat meningkatkan N pada tanah, panjang tunas, panjang akar, dan berat kering pada tanaman gandum. Bakteri *Anabaena sp.* dapat meningkatkan persentase perkecambahan, berat basah dan berat kering, panjang tunas maupun batang serta pigmen fotosintesis pada tanaman barley dan kelabat (Gonçalves, L.A., 2021).

Penggunaan bakteri fotosintesis pada pertanian sangatlah menjanjikan hal ini dikarenakan banyak manfaat yang

didapatkan seperti meningkatkan mobilitas nutrisi esensial pada tanaman, sebagai bioremediasi logam berat dan senobiotik, perlindungan tanaman terhadap hama dan penyakit, serta dapat meningkatkan fisik dan kimia tanah. Sehingga bakteri fotosintesis ini dapat dijadikan alternatif pupuk pada tanaman (Macik, et al, 2020).

6.4. Pembuatan Pupuk dari Limbah Air Kolam dan Aplikasi ke Lahan

Dalam pembuatan pupuk bakteri fotosintesis diperlukan tahap awal yaitu persiapan alat dan bahan untuk menunjang keberhasilan pupuk. Alat dan bahan yang digunakan yakni ember, gayung, botol air mineral 1.5 liter, air steril atau air kolam ikan 20 liter, 3 buah telur, MSG 3 Sendok Makan dan biang bakteri (Alif, dkk., 2023).

Prinsip pembuatan bakteri fotosintesis yaitu dengan memanfaatkan MSG dan telur yang mana terdapat kandungan asam amino sebagai sumber makanan untuk memancing munculnya bakteri fotosintesis. Tidak kalah pentingnya bahwa penjemuran larutan dibawah sinar matahari juga memegang peranan penting dalam keberhasilan munculnya bakteri.

Prinsip pemanfaatan bakteri fotosintesis (PSB) yaitu ³¹ bakteri bebas yang mensintesis senyawa nitrogen, gula dan substansi bioaktif lainnya. Hasil metabolit yang diproduksi dapat diserap langsung oleh tanaman dan tersedia sebagai substrat untuk perkembangan mikroorganisme yang menguntungkan (Massey et al., 2023). Berikut adalah

langkah-langkah pembuatan pupuk bakteri fotosintesis (Alif, dkk., 2023):

1. Campurkan 3 butir telur ayam dan 3 sendok makan Monosodium Glutamat (MSG) lakukan pengocokan.
2. Masukkan campuran larutan telur ke dalam air kolam ikan sebanyak 20 liter secara perlahan-lahan. Jika tidak ada air kolam maka bisa diganti dengan menggunakan air hujan ataupun air steril/aquadest. Dalam proses ini bisa juga ditambahkan biang bakteri.
3. Lakukan pengadukan hingga larutan tercampur rata.
4. Pindahkan larutan dengan segera ke dalam botol air mineral ukuran 1.5 Liter.
5. Tutup rapat botol dan pastikan tidak ada udara yang masuk kedalam larutan
6. Lakukan penjemuran dibawah sinar matahari selama kurang lebih 3 Minggu.
7. Lakukan pengocokan larutan terutama pada siang hari.
8. Jika warna larutan sudah berubah merah kecoklatan maka pupuk sudah bisa digunakan.



(a)

(b)

Gambar 5.2. Pupuk Photosintesis Bakteri. a) Larutan awal, b) Pupuk siap digunakan (Alif, dkk., 2023).

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan Pupuk Bakteri Photosintesis ini diantaranya adalah:

1. Air yang digunakan harus berasal dari air yang benar-benar steril hal ini dibutuhkan agar proses pembentukan bakteri target bisa berkembang dengan baik. Atau jika menggunakan air kolam maka digunakan air yang berasal dari kolam ikan lele, hal ini dikarenakan bakteri photosintesis sudah terkandung pada air kolam.
2. Proses penjemuran wajib dilakukan dibawah terik matahari, hal ini dikarenakan bakteri akan terbentuk dengan baik dengan bantuan sinar matahari.

Cara penggunaan pupuk bakteri photosintesis ini sangatlah mudah. Dengan memanfaatkan teori pengeceran maka larutan Pupuk Photosintesis bakteri dapat langsung digunakan. Yaitu sebanyak 10-20 ml larutan dicampurkan

dengan 2 liter air bersih dan disemprotkan disekitar tanaman.

Penyemprotan larutan pupuk dapat dilakukan pada pagi hari ataupun sore hari. Penyemprotan pada siang hari tidak dianjurkan, hal ini disebabkan tingkat transpirasi tanaman sangatlah tinggi. Sehingga dimungkinkan bakteri akan mudah menguap pada siang hari.

BAB 7

BIOURIN KAMBING

7.1. Sejarah Dan Definisi Biourin

Pemanfaatan urin ternak sebagai pupuk sudah dilakukan sejak zaman dahulu. Di India, misalnya, urin sapi telah digunakan sebagai pupuk sejak ribuan tahun yang lalu. Urin sapi juga digunakan sebagai bahan baku pembuatan obat-obatan tradisional (Modi et al., 2017).

Pada abad ke-19, seorang ilmuwan Prancis bernama Justus von Liebig menemukan bahwa urin sapi mengandung berbagai unsur hara penting bagi tanaman, seperti nitrogen, fosfor, dan kalium. Liebig juga menemukan bahwa urin sapi dapat difermentasi untuk meningkatkan kandungan unsur haranya. Pada abad ke-20, pemanfaatan urin ternak sebagai pupuk mulai berkembang di berbagai negara. Di Indonesia, pemanfaatan urin ternak sebagai pupuk mulai digalakkan pada tahun 1970-an.

Pada tahun 1990-an, pemerintah Indonesia mulai mengembangkan biourin sebagai pupuk organik cair. Pemerintah Indonesia juga memberikan bantuan kepada petani untuk membuat biourin. Saat ini, biourin telah

menjadi salah satu pupuk organik cair yang populer di Indonesia. Biourin digunakan oleh petani untuk meningkatkan kesuburan tanah dan hasil panen.

Berikut adalah beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk membuktikan manfaat biourin bagi tanaman:

- a. Penelitian yang dilakukan oleh Selmitri dan Setiawan (2023) menunjukkan bahwa biourin dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman lada (*Piper nigrum* L.). Dosis POC urin kambing terbaik diperoleh pada perlakuan 400 ml menurut variabel tinggi bibit, diameter batang dan bobot kering bagian atas tanaman, serta pada variabel jumlah daun dosis terbaik yaitu pada perlakuan 200 ml.

Penelitian yang dilakukan oleh Modi et al (2017) menunjukkan bahwa biourin bahwa urin sapi secara signifikan menurunkan pertumbuhan sel pertumbuhan bahkan setelah 10 hari inokulasi dibandingkan dengan kotoran sapi dan kotoran kambing dan kotoran sampel. Pertumbuhan penghambatan miselia bervariasi setelah 3, 5, 7 dan, 10 hari inokulasi. Dalam kasus urin sapi, pada sebagian besar perlakuan menunjukkan aktivitas maksimum pada 5 hari setelah inokulasi kemudian aktivitas urin sapi ditemukan berkurang. Kotoran kambing dan urin kambing juga menunjukkan penghambatan pertumbuhan sel namun pada tingkat yang lebih rendah dari urin sapi.

- b. Penelitian yang dilakukan oleh Sofyan (2017) menunjukkan aplikasi pupuk organik cair berbahan dasar urin kambing dapat meningkatkan tinggi tanaman,

berat buah, dan jumlah tandan pada minggu I, II dan III. Dengan demikian terbukti bahwa biourin dapat meningkatkan kualitas buah tomat

Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa biourin memiliki berbagai manfaat bagi tanaman. Biourin dapat menjadi alternatif pupuk anorganik yang dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Pada kalangan petani, biourin dikenal sebagai pupuk organik cair yang berasal dari urin ternak ruminansia, seperti sapi, kerbau, kambing, dan domba. Urin ternak ruminansia mengandung berbagai unsur hara penting bagi tanaman, seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), sulfur (S), dan mikronutrien lainnya (Dharmayanti dkk., 2013).

Proses fermentasi urin ternak ruminansia dapat dilakukan dengan berbagai metode, baik secara sederhana maupun dengan menggunakan peralatan khusus (Gambar 6.1). Metode fermentasi yang sederhana dapat dilakukan dengan cara mencampurkan urin ternak ruminansia dengan air bersih, kemudian menambahkan starter berupa mikroorganisme fermentasi. Starter dapat berupa bahan alami, seperti kotoran sapi, dedak padi, atau tepung jagung (Anam dkk., 2022).



Gambar 7.1. Proses pembuatan dan hasil biourin
(Dokumentasi pribadi, 2023)

Proses fermentasi urin ternak ruminansia dapat berlangsung selama beberapa hari hingga beberapa minggu, tergantung pada suhu dan kelembaban lingkungan.

7.2. Biourin Kambing sebagai Biopestisida

Hama dan penyakit tanaman atau *pest* adalah faktor pembatas utama dalam produksi pertanian. Hama adalah organisme hidup yang merugikan tanaman, sedangkan penyakit adalah gangguan pada tanaman yang disebabkan oleh mikroorganisme, seperti bakteri, jamur, dan virus (Hendrawati dkk., 2015).

Hama tanaman dapat dikelompokkan menjadi beberapa kategori, yaitu:

- a. Serangga, seperti ulat grayak, kutu daun, wereng, dan belalang.
- b. Hewan pengerat, seperti tikus, tupai, dan babi hutan.
- c. Tumbuhan pengganggu, seperti gulma.
- d. Hewan parasit, seperti nematoda dan kutu daun.

Penyakit tanaman dapat dikelompokkan menjadi beberapa kategori, yaitu:

- a. Penyakit yang disebabkan oleh bakteri, seperti hawar daun, layu bakteri, dan busuk buah.
- b. Penyakit yang disebabkan oleh jamur, seperti embun tepung, karat, dan bercak daun. Penyakit yang disebabkan oleh virus, seperti kerdil mosaik, layu kuning, dan kuningan.

Hama dan penyakit tanaman dapat menyebabkan berbagai kerugian, diantaranya penurunan produksi dan kualitas hasil panen menurun hingga dapat meningkatkan risiko penyebaran hama dan penyakit.

Pengendalian hama dan penyakit tanaman dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu:

1. Pencegahan, yaitu dengan upaya-upaya untuk mencegah masuknya hama dan penyakit ke dalam lahan pertanian.
2. Pengendalian hayati, yaitu dengan menggunakan organisme hidup untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman.
3. Pengendalian kimiawi, yaitu dengan menggunakan pestisida untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman.
4. Pengendalian hama dan penyakit tanaman secara terpadu (PHT) merupakan kombinasi dari berbagai cara pengendalian yang bertujuan untuk meminimalkan penggunaan pestisida kimia.

Berdasarkan penelitian Mahmuda (2020) menyebutkan bahwa biourin dapat digunakan untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman. Hal tersebut sejalan dengan penelitian lain oleh Hendrawati (2015) yang menunjukkan bahwa (1) aplikasi campuran biourin yang ditambahkan dengan *Bacillus thuringiensis*, hancuran base genep dan daun tembakau rajangan mampu mengendalikan hama dengan belalang dan *Liriomyza sp.* pada tanaman sawi hijau; (2) aplikasi biourin, ataupun biourin yang ditambahkan dengan daun tembakau rajangan dan *Trichoderma viride* mampu mengendalikan penyakit akar gada pada tanaman sawi hijau; (3) aplikasi campuran biourin yang ditambahkan dengan daun tembakau rajangan mampu meningkatkan produktivitas tanaman sawi hijau dibandingkan dengan kontrol

7.3. Prinsip Fermentasi dalam Pembuatan Biourin Kambing

Proses pembuatan biourin adalah dengan fermentasi urin ternak ruminansia dengan bantuan mikroorganisme. Mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi ini antara lain bakteri, jamur, dan actinomycetes. Mikroorganisme-mikroorganisme ini akan mengurai senyawa-senyawa kompleks dalam urin menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana dan mudah diserap oleh tanaman.

a. Proses fermentasi biourin dapat dibagi menjadi dua tahap, yaitu: Tahap awal

Pada tahap awal, mikroorganisme akan mengurai senyawa-senyawa kompleks dalam urin, seperti urea, protein, dan karbohidrat, menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana, seperti ammonia, asam amino, dan gula sederhana.

b. Tahap akhir

Pada tahap akhir, mikroorganisme akan mengurai senyawa-senyawa sederhana yang dihasilkan pada tahap awal menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana lagi, seperti nitrat, fosfat, dan kalium.

Proses fermentasi urin ternak ruminansia dapat berlangsung selama beberapa hari hingga beberapa minggu, tergantung pada suhu dan kelembaban lingkungan. Biourin yang telah matang memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- Berwarna coklat kehitaman
- Berbau seperti tape

- Bersifat asam
- Mengandung mikroorganisme yang bermanfaat

Adapun beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses fermentasi biourin yaitu: (a) suhu: suhu yang optimal untuk proses fermentasi biourin adalah 25-30 derajat Celcius. (b) kelembaban: kelembaban yang optimal untuk proses fermentasi biourin adalah 60-70%. (c) pH: pH yang optimal untuk proses fermentasi biourin adalah 5,5-7. (d) kadar oksigen: proses fermentasi biourin dapat berlangsung secara aerob maupun anaerob. (e) konsentrasi urin: konsentrasi urin yang terlalu tinggi dapat menghambat proses fermentasi. (f) penambahan starter: penambahan starter dapat mempercepat proses fermentasi (Selmitri dan Setiawan, 2023).

Dengan memahami prinsip fermentasi dalam pembuatan biourin, maka dapat dilakukan upaya-upaya untuk meningkatkan kualitas biourin yang dihasilkan.

Berikut adalah dosis aplikasi biourin untuk berbagai jenis tanaman:

- Tanaman pangan: 1-2 liter per 100 meter persegi
- Tanaman hortikultura: 0,5-1 liter per 10 meter persegi
- Tanaman perkebunan: 2-3 liter per 100 meter persegi.



BAB 8

HASIL PANGAN

ORGANIK

8.1. Definisi Pangan Organik

Apa itu makanan organik?

Kata organik merujuk pada cara pengelolaan bahan makanan. Jadi makanan organik adalah makanan yang diproses secara alami tanpa zat kimia, baik itu tumbuh-tumbuhan maupun hewan ternak.

Produk makanan organik harus dipastikan bebas dari bahan tambahan makanan buatan seperti pewarna, pengawet, MSG, dan pemanis buatan.

Pada pertanian organik, tanaman diberikan pupuk alami yang bisa dibuat dari kotoran hewan, daun-daun kering, dan pestisida alami untuk menjaga kesuburan tanaman.

Sementara untuk hewan yang ditenak secara organik tidak diberi hormon pertumbuhan dan juga antibiotik. Obat-obatan hanya diberikan jika hewan dalam kondisi sakit.

Makanan organik adalah makanan atau minuman yang melakukan standar proses produksi dalam pengolahan atau menghasilkannya secara alami tanpa menggunakan zat-zat

kimia seperti pestisida, hormon sintetis, pupuk sintetis, pupuk endapan, dan beberapa bahan kimia lainnya (rasa, warna, bau). Menurut Rizzo (2020), bahan pangan organik adalah bahan yang melakukan proses produksi dengan bebas dari zat-zat kimia seperti hormon, obat-obatan, pestisida, dan pupuk. Sehingga nutrisi yang diberikan untuk bahan pangan organik adalah pupuk alami seperti kompos atau kotoran hewan dan bibit lokal.

Produk organik memang mempunyai sejumlah keunggulan dibandingkan produk biasa. Akan tetapi, USDA sendiri tidak memberikan klaim bahwa bahan pangan jenis ini lebih bergizi daripada makanan yang diproduksi secara modern. Ada sejumlah laporan yang menunjukkan bahwa produk organik mengandung kadar antioksidan yang lebih tinggi.

Akan tetapi, lingkup penelitian yang sudah ada rata-rata kecil sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk membenarkan temuan ini. Dari banyaknya penelitian mengenai manfaat makanan organik, tidak ada perbedaan signifikan antara pola makan organik dengan pola makan biasa. Faktor yang paling menentukan kualitas asupan gizi Anda tetaplah keberagaman bahan makanan.

8.2. Pangan Organik bagi Tumbuh Kembang Anak

Tumbuh kembang menjadi salah satu hal terpenting bagi anak. Oleh karena itu, Mama sebagai orangtua perlu memberikan nutrisi yang terbaik. Pemenuhan nutrisi ini tentu dikaitkan dengan pola makan anak sehari-hari, dan

Makanan organik sering dianggap sebagai opsi yang lebih unggul, dan masyarakat didorong untuk memilih konsumsi makanan organik dengan alasan tertentu. Salah satu dampak positif dari pemberian makanan organik, terutama pada anak-anak, terletak pada pengaruhnya terhadap perkembangan kognitif mereka. Berbeda dengan produk pangan konvensional, makanan organik diolah secara alami, mulai dari penanaman, panen, hingga pengolahan.

Dalam konteks alaminya, produk organik dihasilkan tanpa menggunakan bahan kimia seperti pestisida, pupuk sintetis, antibiotik, atau hormon pertumbuhan. Klaim ini mencakup semua tahapan, termasuk penanaman, panen, dan pengolahan, menghindari penggunaan zat kimia berbahaya. Mengingat bahwa terlalu banyak zat kimia dalam tubuh dapat berpotensi menjadi racun, Badan Kesehatan Dunia (WHO) menyatakan bahwa paparan berlebihan terhadap zat kimia, terutama sejak usia dini, dapat meningkatkan risiko kerusakan organ dan penyakit kronis seperti kanker. Dengan memilih makanan organik, paparan terhadap zat kimia berbahaya dalam tubuh anak dapat dikurangi secara signifikan.

Bagaimana makanan yang kita konsumsi, mulai dari pertumbuhan dan pengolahan hingga akhirnya masuk ke dalam tubuh kita, memiliki dampak yang signifikan pada kesehatan mental, emosional, dan lingkungan. Makanan organik, yang umumnya kaya akan nutrisi seperti antioksidan, seringkali memberikan manfaat lebih besar daripada produk-produk konvensional. Selain itu, individu yang mengalami alergi terhadap bahan kimia atau

pengawet dalam makanan mungkin mengalami penurunan gejala atau bahkan pemulihan saat mereka beralih ke pola makan organik.

Berikut ini manfaat yang bisa kita dapatkan jika mengonsumsi makanan organik dikutip dari Huber (2011).

1. Mengandung Lebih Sedikit Peptisida

Bahan kimia seperti fungisida, herbisida, dan insektisida banyak digunakan dalam pertanian konvensional dan residu dari bahan-bahan kimia tersebut tetap ada pada di dalam makanan yang kita makan.

2. Lebih Kaya Nutrisi

- 3. Daging dan susu organik lebih kaya nutrisi.** Hasil sebuah studi Eropa tahun 2016 menunjukkan bahwa kadar nutrisi tertentu, termasuk asam lemak omega-3, hingga 50 persen lebih tinggi pada daging dan susu organik daripada versi konvensional. **Bebas GMO**

Genetically Modified Organisms (GMO) atau makanan rekayasa genetika (GE) adalah tanaman yang DNA-nya telah diubah dengan cara yang tidak dapat terjadi di alam atau dalam kawin silang tradisional, paling umum agar tahan terhadap pestisida atau menghasilkan insektisida

DAFTAR PUSTAKA

- Adriansyaha, Arrim, Hamawim, Ikhwan A. 2015. Uji Metabolit Sekunder *Trichoderma* Sp. sebagai Antimikrobia Patogen Tanaman *Pseudomonas solanacearum* secara In Vitro. *Gontor AGROTECH Science Journal*. 2(1).
- Alif, T., Setiyowati, P.A.I., Ramadani, A.H., Fitri, I., Hartanti, D.A.S. 2023. Pemberdayaan Kelompok Tani dalam Pemanfaatan Bakteri Fotosintesis sebagai Pupuk Nabati pada Tanaman Padi. *Ta'awun: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 3(1): 41-48.
- Alvi, B., Ariyanti, M., Maxiselly, Y. 2018. Pemanfaatan beberapa jenis urin ternak sebagai pupuk organik cair dengan konsentrasi yang berbeda pada tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di pembibitan utama. *Jurnal Kultivasi*. 17 (2): 622-626.
- Anam, C., Qibtiyah, M., Kusumawati, D.E., Azwan, M.R. 2022. Pengaruh Biochar Sekam dan biourine Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). *Agroradix*. 6(1): 30-38.
- Asgad, A, Asturi P. Dan Rahmawati, IN. 2013. Pemanfaatan Air Limbah Cucian Beras IR-36 Dan IR-64 Air Leri Untuk Pembuaan Sirup Melalui Fermentasi Dengan Penambahan Bunga Rosella Sebagai Pewarna Alami. *Jurnal FKIP UNS*. 2(1).
- Batubara, S.F., Santoso, A.B., Ramija, K. 2021. Potential of goat manure as organic fertilizer in North Sumatera. *BIO Web of Conferences*. 33 (1): 1-6.
- Brady NC & RR Weil. 2002. The Nature and Properties of Soils Edition. *Upper Saddle River, New Jersey. USA*.

- Caceres, R., N. Coromina, K. Malin'ska, O. Marfà. 2015. Evolution of process control parameters during extended co-compost of green waste and solid fraction of cattle slurry to obtain growing media. *Bioresource Technology*. 179: 398-406.
- Chaturvedi, P., Raina, R., Zabeen, M., Kumar, K., Khichi, S., Biswas, N. An in vitro evaluation of effectiveness of cow urine versus goat urine against dental caries causing microorganisms. *International Journal of Health Sciences*. 6(S2): 5903-5912.
- Cushnie, T.P.T., Cushnie, B., Echeverria, J., Fowsantear, W., Thammawat, S., Dodgson, J.L.A., Law, S., Clow, S.M. 2020. Bioprospecting for Antibacterial Drugs: a Multidisciplinary Perspective on Natural Product Source Material, Bioassay Selection and Avoidable Pitfalls. *Pharmaceutical research*. 37(6).
- Damiri N, Mulawarman, Mutiara M. 2014. Effect of Temperature and Storage on Effectiveness of *Trichoderma viride* as Biocontrol Agents of *Rigidoporus microporus*, Pathogen of White Root on Rubber. *Agrivita*. 36(2): 169–173.
- Dewi, Y.S. dan Treesnowati. 2012. Pengolahan sampah skala rumah tangga menggunakan metode composting. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik LIMIT'S*. 8(2): 35-48.
- Dharmayanti, N.K.S., Supadma, A.A.N., dan Arthagama, I.D.M. 2013. Pengaruh Pemberian Biourine dan Dosis Pupuk Anorganik (N,P,K) Terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah Pegok dan Hasil Tanaman Bayam (*Amaranthus* sp.). *Jurnal Agroteknologi Tropika*. 2(3): 165-174.
- Doo, S. R. P., Meitiniarti, V. I., Kasmiyati, S., & Kristiani, E. B. E. (2023). *Trichoderma* Spp. *Tropical Microbiome*. 1(1). 73-89.

- Elfarisna, Puspitasari, R.T., Suryati, Y., & Pradana, N.T. 2016. Effectiveness Waste Water of Rice Inoculant on Jasmine (*Jasminum sambac*). 1(1): 1-6.
- Faizah, R., Mahfud, N. A., Deviyanti, N. Q., Suprpto, E. A., Khasanah, N., Silfia, D. R. I., & Lukestiana, R. 2023. Sosialisasi dan Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) di Pondok Pesantren Al-Azhaar Tulungagung dari Limbah Air Cucian Beras. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia*. 2(3): 34-39.
- Faridah, H. D., & Sari, S. K. 2019. Pemanfaatan Mikroorganisme dalam Pengembangan Makanan Halal Berbasis Bioteknologi. *Journal Of Halal Product And Research*. 2(1): 33-43.
- Febrianna M., Prijono S., dan Kusumarini N. 2018. Pemanfaatan Pupuk Organik Cair untuk Meningkatkan Serapan Nitrogen serta Pertumbuhan dan Produksi Sawi (*Brassica juncea* L.) pada Tanah Berpasir. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 5(2): 1009-1018.
- Funk, R.C. 2014. Comparing organic and inorganic fertilizer. <http://www.newenglandisa.org/FunkHandoutsOrganicInorganicFertilizers.pdf>.
- G.M Citra Wulandari, Muhartini, S Dan Trisnowati S. 2012. Pengaruh Cucian Air Beras Merah dan Beras Putih Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada (*Lactuca sativa* L) *Jurnal Vegetalica*. 1(2): 1-12.
- Gonçalves, A.L. 2021. The Use of Microalgae and *Cyanobacteria* in the Improvement of Agricultural Practices: A Review on Their Biofertilising, Biostimulating and Biopesticide Roles. *Applied Science*. 11(2): 1-21.
- Govindjee, 1971. Bacterial Photosynthesis Fluorescence compounds, plant photosynthesis. Encyclopedia of Science and Technology. McGraw-Hill Book Company, Inc.

- Gusnawaty, T., Trianal, A. . 2014. Karakterisasi Morfologis Trichodermaspp. Indigenus Sulawesi Tenggara. *Jurnal Agroteknos*. 4(2):88–94.
- Hairudin, R., Yamin, M., & Riadi, A. 2018. Respon Pertumbuhan Tanaman Anggrek (*Dendrobium Sp.*) pada Beberapa Konsentrasi Air Cucian Ikan Bandeng dan Air Cucian Beras secara in Vivo". *Jurnal Perbal*. 6(2): 23–29.
- Harahap, F.S., Rahmaniah, Oesman, R., Arman, I. 2021. Supply Liquid Organic Fertilizer NASA and Rice Husk Ash to The Chemical Properties Of The Soil on The Tomato Plant. *International Journal of Science, Technology, and Management*. 2(4): 185-189.
- Hardjowigeno, S. 2010. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo: Jakarta.
- Haryadi, N., Marissa, N., Sulistiani, S., Iratutisilia, I., & Albert, A. 2023. Pelatihan Pembuatan Pupuk Cair Organik dari Air Cucian Beras di Desa Mangaris Kabupaten Barito Selatan. *Jurnal Bakti Uppr. Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 29-34.
- Hartati, S. and Haryono, O. 2022. The Effect of Dosage and Frequency of Leri Water Spraying on Phalaenopsis Fuller's Pink Stripe Orchid Growth during Acclimatization. *Journal of Biodiversity and Biotechnology*. 2(1): 21-25.
- Hartatik, Wiwik, Husnain, Widowati, LR. 2015. Peranan Pupuk Organik dalam Peningkatan Produktivitas Tanah dan Tanaman. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 9 (2): 107-120.
- Hendrawati, I.G.A.O., Sudana, I.M., Wirya, G.N.A.S. 2015. Aplikasi Campuran Biourin dengan Agen Pengendali Hayati untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Sawi Hijau (*Brassica rapa Var. Parachinensis L.*). *Journal of Agriculture Science and Biotechnology*. 4(1): 37-53.

- Herman, Lakanii, Yunusm. 2014. Potensi *Trichoderma* Sp. Dalam Mengendalikan Penyakit Vascular Streak Dieback (*Oncobasidium Theobromae*) Pada Tanaman Kakao (*Theobroma Cacao*). *Jurnal Agrotekbis*. 2(6): 573–578.
- Huber, M., Rembialkowska, E., Srednicka, D., Bugel, S., van der vijer, L.P.L. 2011. Organic food and impact on human health: Assessing the status quo and prospects of research. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*. 58 (3-4): 103-109.
- Husna, A., Susilawati, Chintya D.N., Gunawan, Y., Aziz, P.A., Widiyanti, A. 2022. Pemberian Limbah Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan Tinggi Tanaman Kangkung Darat. (*Ipomea reptans Poir*). *Indonesian journal of engineering*. 3(1): 34-48.
- Isnaini, J.L., Syatrawati, Yusuf, M., Piandi. 2022. Perbandingan Penggunaan Pupuk Cair Urin Kambing dengan Pupuk NPK Majemuk terhadap Produksi Tanaman Kakao. *Jurnal Agroplantae*. 11(1): 22-28.
- Jaya, K., Sudewi, S., & Zainal, M. (2023, September). The Effect of Various Carrier Mediums on The Growth of *Trichoderma asperellum* TR3 and *Trichoderma* Sp. In *IOP Conference Series: Earth And Environmental Science*. Vol. 1230, No. 1, P. 012090. IOP Publishing.
- Kumar S. 2012. Textbook Of Microbiology. New Delhi (ID): *Jaypee Brothers Medical Publisher*.
- Lalla M. 2018. Potensi Air Cucian Beras sebagai Pupuk Organik pada Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.). *Jurnal Agropolitan*. 5 (1): 38-43.
- Leharl. 2012. The Experiment Of The Use Of Organic Fertilizer and A Biology Agent (*Trichoderma* Sp) Towards The Growth of Potato (*Solanum tuberosum* L.). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 12(2):115–124.

- Lestari, D.P., Agustinur, Larista. 2022. Training on Cow Manure Liquid Organic Fertilizer Processing and Application on Green Spinach Plants in Alue Ambang Village. *Abdimas Umtas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 5(1): 1-8.
- Macik, M., Agata, G., dan Magdalena, F. 2020. Biofertilizier in agriculture: an overview on concepts, strategies and effect on soil microorganisms. *Book Chapter*. *Advances in Agronomy*. 162:31-87.
- Mahmuda, K., Salundik, Karti, P.D.M.H. 2020. Penggunaan Mikroorganisme Lokal dari Berbagai Formula terhadap Kualitas Biourine Kambing Terfortifikasi. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 8(1): 1-7.
- Makmur. (2018). "Respon Pemberian Berbagai Dosis Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Cabai Merah". *Jurnal Galung Tropika*. 7 (1): 1 – 10. ISSN Online 2407-6279 ISSN Cetak 2302-4178.
- Manuputty, M. C., A. Jacob dan J.P. Haumahu, 2012. Pengaruh Effective Inoculant Promi Dan Em4 Terhadap Laju Dekomposisi dan Kualitas Kompos Dari Sampah Kota Ambon. *Agrologia Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman*. 1 (2): 143-151.
- Marianah, L. 2013. Analisa Pemberian Trichoderma Sp. Terhadap Pertumbuhan Kedelai. *Karya Tulis Ilmiah*. Balai Pelatihan Pertanian Jambi.
- Massey, M.S., and Davis, J.G. 2023. Beyond Soil inoculation: *Cyanobacteria* as Fertilizer Replacement. *Nitrigen*. 4(3), 253-262.
- Miftakhun. 2017. Uji Efektivitas Berbagai Media Selektif Untuk Isolasi Trichoderma Spp. Dari Tanah Pada Berbagai Lahan Yang Berbeda. *Thesis*, Universitas Brawijaya.
- Modi, K.G., Sodhaparmar, H.R., Jacob, F., Patel, P. 2017. Use Of Urine and Dung Samples of Cow and Goat for Biological

Control of Phytopathogenic Fungus *Colletotrichum falcatum*. *International Journal of Science, Environment*. 6(3): 1679-1684.

- Murbandono, H.S.L., 2007. Membuat Kompos. Jakarta.
- Nabayi A., Sung C. T. B., Zuan A. T. K., Paing T. N., and Akhir N I M. 2021. Chemical and Microbial Characterization of Washed Rice Water Waste to Assess its Potential as Plant Fertilizer and for Increasing Soil Health. *Agronomy*. 11 (2391).
- Nabayi, A., Tan, K., Teh, Christoper, B.S. 2021. Wastewater from Washed Rice Water as Plant Nutrient Source: Current Makmur. (2018). "Respon Pemberian Berbagai Dosis Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Cabai Merah". *Jurnal Galung Tropika*. 7 (1): 1 – 10. ISSN Online 2407-6279 ISSN Cetak 2302-4178.
- Manuputty, M. C., A. Jacob dan J.P. Haumahu, 2012. Pengaruh Effective Inoculant Promi Dan Em4 Terhadap Laju Dekomposisi dan Kualitas Kompos Dari Sampah Kota Ambon. *Agrologia Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman*. 1 (2): 143-151.
- Marianah, L. 2013. Analisa Pemberian Trichoderma Sp. Terhadap Pertumbuhan Kedelai. *Karya Tulis Ilmiah*. Balai Pelatihan Pertanian Jambi.
- Massey, M.S., and Davis, J.G. 2023. Beyond Soil inoculation: *Cyanobacteria* as Fertilizer Replacement. *Nitrogen*. 4(3), 253-262.
- Miftakhun. 2017. Uji Efektivitas Berbagai Media Selektif Untuk Isolasi Trichoderma Spp. Dari Tanah Pada Berbagai Lahan Yang Berbeda. *Thesis*, Universitas Brawijaya.
- Modi, K.G., Sodhaparmar, H.R., Jacob, F., Patel, P. 2017. Use Of Urine and Dung Samples of Cow and Goat for Biological Control of Phytopathogenic Fungus *Colletotrichum*

falcatum. *International Journal of Science, Environment*. 6(3): 1679-1684.

Murbandono, H.S.L., 2007. *Membuat Kompos*. Jakarta.

Nabayi A., Sung C. T. B., Zuan A. T. K., Paing T. N., and Akhir N I M. 2021. Chemical and Microbial Characterization of Washed Rice Water Waste to Assess its Potential as Plant Fertilizer and for Increasing Soil Health. *Agronomy*. 11 (2391).

Nabayi, A., Tan, K., Teh, Christoper, B.S. 2021. Wastewater from Washed Rice Water as Plant Nutrient Source: Current Makmur. (2018). "Respon Pemberian Berbagai Dosis Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Cabai Merah". *Jurnal Galung Tropika*. 7 (1): 1 – 10. ISSN Online 2407-6279 ISSN Cetak 2302-4178.

Manuputty, M. C., A. Jacob dan J.P. Haumahu, 2012. Pengaruh Effective Inoculant Promi Dan Em4 Terhadap Laju Dekomposisi dan Kualitas Kompos Dari Sampah Kota Ambon. *Agrologia Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman*. 1 (2): 143-151.

Marianah, L. 2013. Analisa Pemberian Trichoderma Sp. Terhadap Pertumbuhan Kedelai. *Karya Tulis Ilmiah*. Balai Pelatihan Pertanian Jambi.

Massey, M.S., and Davis, J.G. 2023. Beyond Soil inoculation: *Cyanobacteria* as Fertilizer Replacement. *Nitrogen*. 4(3), 253-262.

Miftakhun. 2017. Uji Efektivitas Berbagai Media Selektif Untuk Isolasi Trichoderma Spp. Dari Tanah Pada Berbagai Lahan Yang Berbeda. *Thesis*, Universitas Brawijaya.

Modi, K.G., Sodhaparmar, H.R., Jacob, F., Patel, P. 2017. Use Of Urine and Dung Samples of Cow and Goat for Biological Control of Phytopathogenic Fungus *Colletrotrichum*

falcatum. *International Journal of Science, Environment*. 6(3): 1679-1684.

Murbandono, H.S.L., 2007. Membuat Kompos. Jakarta.

Nabayi A., Sung C. T. B., Zuan A. T. K., Paing T. N., and Akhir N I M. 2021. Chemical and Microbial Characterization of Washed Rice Water Waste to Assess its Potential as Plant Fertilizer and for Increasing Soil Health. *Agronomy*. 11 (2391).

Nabayi, A., Tan, K., Teh, Christhoper, B.S. 2021. Wastewater from Washed Rice Water as Plant Nutrient Source: Current Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Journal of Agribusiness and Agrotechnology*. 2 (1): 29-36. Understanding and Knowledge Gap. *Pertanika: Journal of Science and Technology*. 29(3): 1347-1369.

Nasution, I. R., & Simbolon, N. A. R. 2023. Sosialisasi Tentang Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga Dari Cucian Air Beras Menjadi Pupuk Organik Cair (POC). *Jurnal Pengabdian Masyarakat Anshara Madani (JPMAM)*. 1(1): 1-5.

Noviyanty, A. and Salingkat, C.A. 2018. The effect of application of rice dishwater and manure as organic fertilizer to the growth of mustard (*Brassica juncea* L.). *Agroland: The Agriculture Science Journal*. 5(2): 74-82.

Okalia D., Nopsagiarti T & Marlina G. 2021. Pengaruh Biochar dan Pupuk Organik Cair dari Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Selad. *Jurnal Budidaya Pertanian*. 17 (1): 76-82.

Peraturan Menteri Pertanian No. 70/Permentan/SR.140/10/2011 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenh Tanah.

Pereira, da S.A., B.L. Carlos., F.J. Cezar., R. Ralisch., M. Hungria., and G.M. De Fatima, 2014. Soil Structure and Its Influence on Microbial Biomass in Different Soil and Crop

- Management Systems. *Soil & Tillage Research*. 142. pp. 42–53.
- Pfennig, N. 1967. Photosynthetic Bacteria. *Annu. Reg. Microbiol.* 21:285-324.
- Reno, Joshua. 2015. Waste and Waste Management. *Annual Review of Anthropology*. 44: 557-572.
- Rocchetti, M.T., Russo, P., Capozzi, V., Drider, J., Spano, G., Fiocco, D. 2021. Bioprospecting Antimicrobials from *Lactiplantibacillus plantarum*: Key Factors Underlying Its Probiotic Action. 22(21): 1-30.
- Roidah, Ida Syamsu. 2013. Manfaat Penggunaan Pupuk Organik Untuk Kesuburan Tanah. *Jurnal Universitas Tulungagung Bonorowo*. 1 (1).
- Rosyadi, I., Karmanah, Sargo, S. 2021. Aplikasi Pupuk Organik Cair Berbahan Baku Urin Ternak Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Journal of Agribusiness and Agrotechnology*. 2 (1): 29-36.
- Sanathan, A., Montong, V. B., & Lengkong, M. (2023). Uji Antagonis Jamur *Trichoderma* Sp. Terhadap Penyakit *Antraknosa colletotrichum* Sp. Pada Tanaman Cabai Keriting *Capsicum annum* L. Di Laboratorium. *JURNAL ENFIT: Entomologi Dan Fitopatologi*. 3(1).15-23.
- Sanka, I., Kusumo, A.B., Martha, F., Hendrawan, A., Pramanda, I.T., Wicaksono, A., Jati, A.P., Mazaya, M., Dwijayanti, A., Izzati, N., Maulana, M.F., Widyaningrum, A.R. 2023. Synthetic biology in Indonesia: Potential and projection in a country with mega biodiversity. *Biotechnology Notes*. 4: 41-48.
- Santosa, S., and Soekendarsi, E. 2018. Utilization of rice and coconut water waste to accelerate the growth of *Syzygium myrtifolium* (Roxb)Walp Seedlings on Sediment Media. *Academic Research International*. 9(4): 1-5.

- Selmitri dan Setiawan. 2023. Urin Kambing sebagai Pupuk Organik Cair Pembibitan Lada Perdu (*Piper nigrum* L.). *Jurnal Suluh Tani*. 1(1): 50-55.
- Setyorini, D., L.R. Widowati, and W. Hartatik. 2000. Organic fertilizer characteristic by composting technique for organic farming cultivation. *In Proceeding IX HITI (Soil Science Society of Indonesia)*, Yogyakarta.
- Sifaunajah, A, M., Azizah, C., Amelia, N. F., & Sholehah, N. A. 2022. Pemanfaatan Limbah Air Cucian Beras Sebagai Pupuk Organik C Air. *VIVABIO: Jurnal Pengabdian Multidisiplin*. 4 (1).
- Siregar R.S., Zulia C., Dan Safruddin. 2018. Pengaruh Pemberian Dosis Trichoderma Sp. Dan Jenis Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kacang Panjang (*Vigna Sinensis* L). *Bernas Agricultural Research Journal*. 14(2):21-34.
- Sitinjak, R.R. & Pratomo, B. 2019. Potential of Goat Urine and Soaking Time on the Growth of *Mucuna bracteata* D.C. Cuttings. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*. 8(1): 40-48.
- Sofyan. 2017. Teknologi Hidroponik dengan Menggunakan Limbah Ternak dan Ekstrak Tanaman sebagai POC Pada Tanaman Tomat. *Jurnal Agrotan*. 3(1): 67-76.
- Solikah, U. N., M.Ishan, Yanu, R. S., Suwardi, & Pamuji, T. 2022. Pelatihan Pembuatan dan Penggunaan Pupuk Organik Cair (Poc) di Desa Gaum, Kecamatan Tasikmadu, Kabupaten Karanganyar. *Perigel: Jurnal Penyuluhan Masyarakat Indonesia*. 1(4): 85–90.
- Tan, K.H. 1993. Environmental Soil Science. Marcel Dekker. Inc. New York.
- Tomar, V., Nigam, R., Pandei, V., Singh, A.P., Roy, D., Sharma, A., Singh, P., Pal. A. Evaluation of in vitro Anti-Microbial

Activity of Goat Urine Peptides. *Journal of Animal Research*. 8(1): 33-37.

- Utama P., Saylendara A., Gunawarr. 2015. Pengaruh Dosis Pupuk Hayati *Trichoderma* Sp. Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Terung Ungu (*Solanum mengolena* L.) Varietas Hibrida. *Agroekotek*. 7(2):113–120.
- Utami, W. P., Syam, N., & Suriyanti, H. S. (2023). Perbanyak Jamur *Trichoderma* Sp. pada Beberapa Jenis Media Tumbuh dengan Metode Terbuka dan Tertutup. *Agrotekmas Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Peranian*, 4(1), 111-118.
- Yulianingsih, R. 2017. Pengaruh Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Terung Ungu (*Solanum melongena* L.). *Piper*. 13(24): 61–68.
- Yano, J., Sakai, S-i. 2015. Waste prevention indicators and their implications from a life cycle perspective: a review . *Journal of Material Cycles and Waste Managemet*. 18: 38-56.

BIOGRAFI PENULIS



Putri Ayu Ika Setiyowati, S.Si., M.Si lahir di Lamongan pada tanggal 14 Juli 1993. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana pada Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga tahun 2015. Selanjutnya, penulis menyelesaikan pendidikan

magister pada Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga tahun 2017. Penulis bekerja sebagai dosen tetap di program studi S1 Biologi, Fakultas Sains Teknologi dan Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Lamongan tahun 2019 – sekarang. Penulis aktif mengikuti seminar, aktif mempublikasi artikel pada jurnal nasional dan internasional bereputasi. Penulis juga aktif sebagai dewan editor jurnal dan reviewer pada jurnal nasional bereputasi. Penulis aktif menulis baik buku maupun modul ber ISBN, diantaranya : Panduan Praktikum Teknologi Laboratorium Medik, Modul Pembelajaran Praktikum Fisiologi Hewan, Petunjuk Praktikum Kimia Dasar dan Pupuk Organik Cair dari Limbah Kotoran Ternak. Penulis memiliki paten sederhana No S00202212034 dengan judul invensi “Formulasi Sediaan Sirup Herbal Anak dari Ekstrak Batang Serai Wangi (*Cymbopogon nardus*).”



Lilis Maghfuroh, S.Kep., Ns., M.Kes lahir di Lamongan pada bulan juni 1983. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana di Universitas Brawijaya Malang Prodi ilmu keperawatan lulus tahun 2006, Profesi Ners di Universitas Brawijaya Malang lulus tahun 2007. S2 Ilmu

Kedokteran Keluarga universitas sebelas maret surakarta lulus tahun 2010. Dan sekarang sedang menempuh S3 ilmu kesehatan masyarakat di universitas sebelas maret surakarta. Buku yang sudah dihasilkan oleh penulis diantaranya adalah buku "Minat dan Motivasi Belajar di Perguruan Tinggi" terbit pada tahun 2019, buku dengan judul "Konsep Teori Dasar Keperawatan" terbit pada tahun 2019, buku dengan judul "Panduan Deteksi Dini Tumbuh Kembang Anak Prasekolah Usia 3-6 tahun" terbit pada tahun 2020, Buku dengan judul "Perawat lebah Pekerja Mengangumkan" terbit pada tahun 2020, dan buku dengan judul "Pengantar Pendidikan untuk Perguruan Tinggi" serta buku "Kesehatan ibu dan Anak" terbit pada tahun 2022. Penulis berprofesi sebagai dosen keperawatan di Universitas Muhammadiyah Lamongan mulai tahun 2008 hingga sekarang.

Buku Referensi_Bioprospeksi Limbah

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

1%

INTERNET SOURCES

9%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

- 1** Rupa Matheus, Abdul Kadir Djaelani. "Pemanfaatan Pupuk Organik Cair Biourin yang Diperkaya Mikroba Indigenous terhadap Tanah dan Hasil Bawang Merah di Lahan Kering", Jurnal Pertanian Terpadu, 2021
Publication 1%
- 2** Nurlaila Sitepu. "Pengaruh Pemberian Pupuk Cair Urin Kambing Etawa terhadap Pertumbuhan Bawang Merah", BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains, 2019
Publication 1%
- 3** Sitti Nurani Sirajuddin, Siti Nurlaelah, Ilham Rasyid, Jamilah Mustabi, Rosmawaty Rosmawaty. "Proses Pembuatan Pupuk Organik dari Limbah Pertanian dan Limbah Sapi di Kelompok Tani Sipakainge, Kecamatan Barru, Kab. Barru", IGKOJEI: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 2021
Publication 1%
- 4** Iga Maliga, Herni Hasifah, Rafi'ah Rafi'ah, Ana Lestari. "Pelatihan Pembuatan Kompos di Desa Pernek Kecamatan Moyo Hulu Kabupaten Sumbawa", Jurnal Pengabdian Masyarakat (abdira), 2022
Publication <1%
- 5** Windi Haristia, Ardiana Kartika B, Teguh Pribadi. "Perbanyak Agan Hayati Trichoderma Sp. Menggunakan Media Beras di Laboratorium Pengamatan Hama dan

Penyakit Tanaman Banyumas", Proceedings Series on Physical & Formal Sciences, 2021

Publication

6

Nidya Tanti, Nurjannah Nurjannah, Ruslan Kalla. "PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR DENGAN CARA AEROB", ILTEK : Jurnal Teknologi, 2020

Publication

<1 %

7

Ardyaningsih Puji Lestari, Sosiawan Nusifera, Akmal Akmal. "Respon Kedelai Glycine max L. merril di Lahan Kering Terhadap Pupuk Organik Fermentasi Padat", Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi |JIITUJ|, 2018

Publication

<1 %

8

Nurdi Ibnu Wibowo,. "PERLAKUAN MEDIA TANAM DENGAN PUPUK ORGANIK PADA TANAMAN TOMAT (*Solanum lycopersicum*)", AGROSCIENCE (AGSCI), 2018

Publication

<1 %

9

Erna Prastyawati Nengsih, Mazidatul Faizah, Hari Prasetyono. "Uji Tiga Jenis Media Tumbuh *Trichoderma* sp. dan Efektifitas Antagonisme Terhadap *Fusarium* sp. Secara *Invitro*", AGROSAINTIFIKA, 2022

Publication

<1 %

10

agenmbioporasi.blogspot.com

Internet Source

<1 %

11

Sri Ngapiyatun, Humairo Aziza, Arief Rahman, Joko Triyono, Wartomo Wartomo. "Kombinasi Tulang Ikan, Kepala Udang dan Bonggol Pisang untuk Meningkatkan Kualitas MOL Sebagai Aktivator Pengomposan", Jurnal Pertanian Terpadu, 2022

Publication

<1 %

12

Gema Dradhani, Anidarfi. "APLIKASI POC CUCIAN BERAS UNTUK MENINGKATKAN

<1 %

PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN
KACANG TANAH (*Arachis hypogaea* L.)",
Journal of Food Crop and Applied Agriculture,
2022

Publication

13

Mahson, Muhamad. "Penegakan Hukum Lingkungan Administratif Terhadap Pengelolaan Limbah B3 Medis dan Limbah Cair Rumah Sakit Dalam Mewujudkan Sustainable Development di Kota Pekalongan", Universitas Islam Sultan Agung (Indonesia), 2023

<1 %

Publication

14

Rd. Selvy Handayani, Usnawiyah Usnawiyah, Hafifah Hafifah, Muhammad Suhendra. "PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa* L.) AKIBAT PERLAKUAN TEKNOLOGI SONIC BLOOM DAN AIR CUCIAN BERAS", JURNAL AGRONIDA, 2023

<1 %

Publication

15

Veren Veronika Pontoh. "TINJAUAN HUKUM TERKAIT PENCEMARAN LIMBAH RUMAH TANGGA MENURUT UNDANG-UNDANG NOMOR 32 TAHUN 2009 TENTANG PERLINDUNGAN DAN PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP", LEX ET SOCIETATIS, 2020

<1 %

Publication

16

Ahmad Al Farabi, Andriani Eko Prihatiningrum. "Effect of Liquid Organic Fertilizer (POC) Pineapple Peel and *Trichoderma* Sp. on the Growth and Yield of Cayenne Pepper (*Capsicum Frutescens*) Variety Ori 212", Procedia of Engineering and Life Science, 2023

<1 %

Publication

17

AVISEMA SIGIT SAPUTRO. "Kajian Trichoderma dan Bakteri Fotosintetik sebagai Penunjang Budidaya Padi Organik", Agrisaintifika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian, 2023

Publication

<1 %

18

Ikhsan Hasibuan, Sri Mulatsih, Tria Eva Chrisdayanti. Jurnal Agroqua: Media Informasi Agronomi dan Budidaya Perairan, 2020

Publication

<1 %

19

Andika Putra Setiawan, Abdoel Djamali, Danang Kumara Hadi, Risa Martha, Satriya Bayu Aji. "Pengembangan Usaha Agroindustri Noni (mengkudu) dengan Pendekatan Decission Support System", Jurnal Agrinika : Jurnal Agroteknologi dan Agribisnis, 2021

Publication

<1 %

20

Surati Surati, Nur Alim Natsir. "APLIKASI AMPAS TEBU DAN KULIT PISANG TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI KANGKUNG DARAT (*Ipomea reptans* Poir)", Biosel: Biology Science and Education, 2018

Publication

<1 %

21

Ramli ,, Widya Sari, Ina Nuryanah. "PENGUJIAN BEBERAPA KONSENTRASI CUKA KAYU TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KACANG EDAMAME (*Glycine max* (L) Merrill)", Pro-STek, 2020

Publication

<1 %

22

Akari Edy, Resti Puspa Kartika Sari, Hidayat Pujiswanto. "PENGARUH DOSIS PUPUK ORGANIK BIO-SLURRY CAIR DAN WAKTU APLIKASI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)", JURNAL AGROTROPIKA, 2021

Publication

<1 %

23 L. Gomies, Herman Rehatta, Jean Jean Nendissa. "Pengaruh Pupuk Organik Cair Ri1 Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kubis Bunga (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.)", *Agrologia*, 2018

Publication

<1 %

24 M. C Manuputty, Agustinus Jacob, Johanis P. Johanis P. "Pengaruh Effective Inoculant Promi Dan Em4 Terhadap Laju Dekomposisi Dan Kualitas Kompos Dari Sampah Kota Ambon", *Agrologia*, 2018

Publication

<1 %

25 Yuriko Boekoesoe, Amir Halid. "Pengembangan Budidaya Tanaman Hidroponik dari Limbah Plastik sebagai Program Proyek di Desa", *Jurnal Sibermas (Sinergi Pemberdayaan Masyarakat)*, 2021

Publication

<1 %

26 Musdalifa Musdalifa, Umrah Umrah, Asri Pirade Paserang. "SISTEM PERTANAMAN ORGANIK "SOIL PONIK" MODEL HORIZONTAL MELALUI PENERAPAN PUPUK ORGANIK CAIR PADA TANAMAN SAWI (*Brassica rapa* L.)", *Biocелеbes*, 2020

Publication

<1 %

27 Rusnaini Rusnaini, Wuriesyliane Wuriesyliane, Rezi Perdana. "The effect of giving of shrimp shell waste as foliar fertilizer on productivity of long bean (*Vigna sinensis* L.)", *Jurnal Agrotek Ummat*, 2023

Publication

<1 %

28 Viktor Janjer Dami, Arnold Christian Hendrik, Hartini R.L Solle. "Pengaruh Jenis Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kelor (*Moringa oliefera* L.)", *Indigenous*

<1 %

29

1hargaecofarming.blogspot.com

Internet Source

<1 %

30

Cahyo Wicaksono, Netty Syam, Saida Saida. "RESPON PERTUMBUHAN BIBIT LADA (*Piper nigrum* L.) PADA APLIKASI PEMBERIAN BERBAGAI KOMPOSISI N:P:K DAN KONSENTRASI POC", *AGROTEK: Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*, 2020

Publication

<1 %

31

Melinda Marta Ningtyas, Hening Widowati, Achyani Achyani. "PEMANFAATAN BATANG PISANG DAN BEKATUL DENGAN KONSORSIA BAKTERI INDIGEN LCN (LIMBAH CAIR NANAS) UNTUK PAKAN TERNAK RUMINANSIA", *BIOLOVA*, 2020

Publication

<1 %

32

Meri Septiana, Suci Wulan Pawhestri, Nurhaida Widiani, Rina Budi. "The Utilization of Rice Wastewater Combined With Red Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) as Basic Ingredients of Nata De Leri", *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati*, 2019

Publication

<1 %

33

Andi Kurnia Agung, Teguh Adiprasetyo Adiprasetyo, Hermansyah Hermansyah. "PENGUNAAN KOMPOS TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI SUBSTITUSI PUPUK NPK DALAM PEMBIBITAN AWAL KELAPA SAWIT", *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 2019

Publication

<1 %

34

Evi Sunarti Antu, Yunita Djamalu. "DESAIN MESIN PENCACAH SAMPAH ORGANIK RUMAH TANGGA UNTUK PEMBUATAN PUPUK KOMPOS", Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG), 2019

Publication

<1 %

35

Hasyiatun Y Kurniawati, Agus Karyanto, Rugayah Rugayah. "PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ORGANIK CAIR DAN DOSIS PUPUK NPK (15:15:15) TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN MENTIMUN (Cucumis sativus L.)", Jurnal Agrotek Tropika, 2015

Publication

<1 %

36

Mohamad Ihsan, Srie Juli Rachmawati, Khoirul Anwar, Tri Rahayu. "Optimalisasi Hasil Bawang Merah (*Allium ascalonicum*, L) dengan Pupuk Organik Cair dari Daun Kelor (*Moringa oleifera*)", Jurnal Pertanian Terpadu, 2021

Publication

<1 %

37

Mohammad Saat Ibnu Waqfin, Viki Rahmatullah, Nada Fahril Imami, Mohammad Suud Wahyudi. "Pupuk Cair Pembuatan Mol dan Pupuk Organik Cair", Jumat Pertanian: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 2022

Publication

<1 %

38

Wiwit Turindah Rahayu, Achyani -, Hening Widowati. "PENGARUH VARIASI DOSIS BIOPESTISIDA BATANG SERAI (*Andropogon nardus* L.) TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KETAHANAN SERANGAN HAMA BAYAM MERAH (*Alternanthera amoena* Voss)", BIOLOVA, 2020

Publication

<1 %

39

Abdul Rahim Thaha, Damayanti Damayanti, Asrul Asrul, Umrah Umrah. "Pertumbuhan Aspergillus sp Pada Media Limbah Cair Tempe Dan Air Kelapa", Agroland: Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian, 2020

Publication

<1 %

40

Ajang Maruapey. "Pengaruh jenis media tanam terhadap pertumbuhan bibit salak (Salacca edulis Reinw)", Agrikan: Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan, 2012

Publication

<1 %

41

Erfanda Irawan, Irdika Mansur, Iwan Hilwan. "Above-Ground Biomass Estimation of Acacia mangium Willd. in Revegetation Area of Coal Mining", Jurnal Sylva Lestari, 2020

Publication

<1 %

42

Isnaniah, Adinda Priyastuti Randu, Alfadita Zahlan, Celly Fulisian, Citra Zaskiah Anugerah, Fadhil Ahmad, Febrina Sari. "Pemanfaatan Limbah Ternak Sebagai Pupuk Organik Cair Pendukung Pengembangan Sektor Pertanian Desa Labuhbaru Barat", ABDIMAS EKODIKSOSIORA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Ekonomi, Pendidikan, dan Sosial Humaniora (e-ISSN: 2809-3917), 2023

Publication

<1 %

43

La Ode Santiaji Bande, La Ode Alwi, Hartina Batoa. "Pengelolaan Hama dan Penyakit Tanaman dalam Menunjang Pengembangan Pertanian Organik Berkelanjutan Berdasarkan Analisis Penguatan Kelembagaan Petani di Kabupaten Konawe Selatan", AGRIMOR, 2020

Publication

<1 %

44

Melissa Syamsiah & Rahmawati. "PENGUJIAN PERLAKUAN Trichoderma spp. PADA MEDIA TANAM TERHADAP VIGOR BENIH PADI

<1 %

PANDANWANGI CIANJUR", AGROSCIENCE
(AGSCI), 2017

Publication

- 45 Rina Agustina, Nurul Farida, HRA Mulyani. <1 %
"PELATIHAN PEMBUATAN PUPUK ORGANIK
CAIR (POC)", SINAR SANG SURYA: Jurnal
Pusat Pengabdian Kepada Masyarakat, 2022
Publication
-

- 46 Rosafira Putri Zistalia, Mira Ariyanti,
Mochamad Arief Soleh. <1 %
"AIR CUCIAN BERAS
SEBAGAI SUPLEMEN BAGI PERTUMBUHAN
BIBIT KELAPA SAWIT", JURNAL HUTAN PULAU-
PULAU KECIL, 2018
Publication
-

- 47 Rustan Rustan, Fajar Dwi Ramadhan, M. Ficky
Afrianto, Linda Handayani, Ardiyaningsih Puji
Lestari, Fahmida Manin. <1 %
"PERANCANGAN
ALAT PENGUKUR KADAR UNSUR HARA NPK
PUPUK KOMPOS", JOURNAL ONLINE OF
PHYSICS, 2022
Publication
-

- 48 Widya Sartika Sulistiani. <1 %
"PEMANFAATAN
SERABUT KELAPA DALAM MENINGKATKAN
KUALITAS PUPUK ORGANIK DARI AMPAS
TAHU", BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan
Biologi), 2017
Publication
-

- 49 Anik Handayani, Purwaningsih Purwaningsih,
Maulidi Maulidi. <1 %
"APLIKASI KOMPOS KULIT
PISANG DAN TRICHODERMA SP SEBAGAI
BIO-AKTOVATOR PADA TANAH ULTISOL
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL
TANAMAN CABAI", Jurnal Sains Pertanian
Equator, 2022
Publication
-

50

Darnetti Darnetti, Arnayulis Arnayulis, John Nefri, Nelson Elita. "Pengelolaan Sampah Untuk Meningkatkan Nilai Guna Dan Pendidikan Karakter Siswa SD Muhammadiyah Sarilamak Kecamatan Harau Kabupaten Lima Puluh Kota", Jurnal Karya Abdi Masyarakat, 2021

Publication

<1 %

51

Ikhsan Hasibuan, Sarina Sarina, Anggia Damayanti. Jurnal Agroqua: Media Informasi Agronomi dan Budidaya Perairan, 2021

Publication

<1 %

52

Junaidi Junaidi, Bambang Dwi Moeljanto. "USAHA PENINGKATAN PRODUKSI TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill) DENGAN PUPUK ORGANIK CAIR (POC)", Jurnal Agrinika : Jurnal Agroteknologi dan Agribisnis, 2019

Publication

<1 %

53

Kartika A Kulakat, Isak P Siwa. "SOSIALISASI DAN PRAKTEK PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR", Pattimura Mengabdi : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 2023

Publication

<1 %

54

Mitasari Suleman Salamati, Andi Tanra Tellu, Mestawaty Mestawaty, Gamar Binti Non Shamdas. "Pengaruh Limbah Tahu sebagai Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum*) dan Pemanfaatannya sebagai Media Pembelajaran", Media Eksakta, 2022

Publication

<1 %

55

Muh R. P. Maricar, Sitti Nurani Sirajuddin, Ilham Rasyid, Muhammad Kurnia. "BUDIDAYA SAWI DI LAHAN PEKARANGAN RUMAH MENGGUNAKAN PUPUK ORGANIK CAIR (POC) DARI LIMBAH AIR CUCIAN BERAS DAN

<1 %

BATANG PISANG PADA KEGIATAN KKN UNHAS
DI ERA PANDEMI COVID 19 DI KOTA
MAKASSAR, PROVINSI SULAWESI SELATAN",
IGKOJEI: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 2022

Publication

56

P. Kowsalya, P.S. Sharanyakanth, R. Mahendran. "Traditional rice varieties: A comprehensive review on its nutritional, medicinal, therapeutic and health benefit potential", Journal of Food Composition and Analysis, 2022

Publication

<1 %

57

Rasdiana Rasdiana, Amran Muis, Nurlailah Mappanganro, Ramlah Ramlah. "The Effect Of Bacillus subtilis Formulation On The Intensity Of Attack Of Bipolaris maydis In Maize (Zea mays L.)", Baselang, 2023

Publication

<1 %

58

Ratna Sri Harjanti. "Pupuk Organik dari Limbah Pabrik Gula Madukismo dengan Starter Mikrobial Pengurai Untuk Menambah Kandungan N, P, K", CHEMICA: Jurnal Teknik Kimia, 2017

Publication

<1 %

59

Tengku Boumedine Hamid Zulkifli, Koko Tampubolon, Ahmad Nadhira, Yunida Berliana, Erfan Wahyudi, Razali Razali, Musril Musril. "ANALISIS PERTUMBUHAN, ASIMILASI BERSIH DAN PRODUKSI TERUNG (Solanum melongena L.): DOSIS PUPUK KANDANG KAMBING DAN PUPUK NPK", Jurnal Agrotek Tropika, 2020

Publication

<1 %

60

aguskrisnoblog.wordpress.com

Internet Source

<1 %

61

A. G. Tulungen, P. Tumewu, M. Montolalu, John L. Rantung, S. Tulung. "PENENTUAN DOSIS FORMULASI PUPUK ORGANIK UNTUK EFISIENSI PENGGUNAAN PHONSKA PADA TANAMAN JAGUNG MANIS (*Zea mays sacharata* Sturt.)", EUGENIA, 2019

Publication

<1 %

62

Eliyani ., Susylowati, Alvera Prihatini Dewi Nazari. "Utilization of Household Wastes Liquid Organic Fertilizer on Shallot (*Allium cepavar. ascalonicum* (L.) Back).", AGRIFOR, 2018

Publication

<1 %

63

Lila Maharani, Hasni Ummul Hasanah, Mohammad Ersadi. "Pengaruh Kombinasi Pupuk Organik dari Kotoran Sapi dan Pupuk Organik Cair dari Batang Pisang terhadap Pertumbuhan Pakcoy (*Brassica rapa*)", BIO-CONS : Jurnal Biologi dan Konservasi, 2023

Publication

<1 %

64

Wira Purnama Santi, Made Ria Defiani, Meitini Wahyuni Proborini. "Potensi Inokulasi Jamur *Trichoderma viride* dan *Glomus* sp. Terhadap Produktivitas *Capsicum annum* L", Jurnal Mikologi Indonesia, 2019

Publication

<1 %

65

Ahmad Rasyid, Iswahyudi Iswahyudi, Cut Mulyani. "Soil Fertility Status and The Effect of Organic Fertilizers on Onion Growth (*Allium Ascalonicum* L)", Jurnal Agroqua: Media Informasi Agronomi dan Budidaya Perairan, 2022

Publication

<1 %

66

Dewi Chusniasih, Winati Nurhayu, Yunita Fahni, Fitri Amelia Purmadi, Kharisma Aulia Putri. "Biofermentasi Limbah Pertanian

<1 %

dengan Teknologi Fermentor dan Biocomposter untuk Mewujudkan Pertanian Organik di Desa Rawa Selapan", Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM), 2023

Publication

67

Gayuh Prasetyo Budi. "Beberapa Aspek Pengelolaan OPT Ramah Lingkungan, Suatu Upaya Mendukung Pertanian Berkelanjutan", Proceedings Series on Physical & Formal Sciences, 2021

Publication

68

Hermansyah Hermansyah, Sri Arnita Abu Tani, Endri Musnandar. "Aplikasi Kombinasi Pupuk Anorganik Dan Trichokompos Terhadap Produktifitas Dan Limbah Jagung Manis (*Zea mays L. Saccharata*)", Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan, 2023

Publication

69

Junaidi Pangeran Saputra. "EFEKTIVITAS PEMBERIAN AIR CUCIAN BERAS TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI SELEDRI (*APIUM GRAVEOLENS L.*)", Agrifor, 2021

Publication

70

Nawir A.A., Murniati, Rumboko L., (eds.). "Rehabilitasi hutan di Indonesia: akan kemanakah arahnya setelah lebih dari tiga dasawarsa?", Center for International Forestry Research (CIFOR) and World Agroforestry Centre (ICRAF), 2008

Publication

71

P. Tumewu, M. Montolalu, A. G. Tulungen. "APLIKASI FORMULASI PUPUK ORGANIK UNTUK EFISIENSI PENGGUNAAN PUPUK ANORGANIK NPK PHONSKA PADA TANAMAN JAGUNG MANIS (*Zea mays saccharata Sturt*)", EUGENIA, 2018

<1 %

<1 %

<1 %

<1 %

<1 %

72

Wiji Subianto Muklisin, SP., Ir. Junaidi, MP., Ir. Supandji, MP.. "Respon Pertumbuhan dan Produksi Kacang Ijo (*Vigna radiata* L.) Dengan Pemberian Dosis Pupuk Spry Up dan SP-36", *JINTAN : Jurnal Ilmiah Pertanian Nasional*, 2021

Publication

<1 %

73

Rendi Hermawan, Effi Yudiawati. "RESPON KACANG HIJAU (*Vigna radiata* L.) VARIETAS MURAI TERHADAP KOMBINASI PEMBERIAN BEBERAPA JENIS PUPUK PADA TANAH ULTISOL", *Jurnal Sains Agro*, 2021

Publication

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

Buku Referensi_Bioprospeksi Limbah

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

GENERAL COMMENTS

/0

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

PAGE 20

PAGE 21

PAGE 22

PAGE 23

PAGE 24

PAGE 25

PAGE 26

PAGE 27

PAGE 28

PAGE 29

PAGE 30

PAGE 31

PAGE 32

PAGE 33

PAGE 34

PAGE 35

PAGE 36

PAGE 37

PAGE 38

PAGE 39

PAGE 40

PAGE 41

PAGE 42

PAGE 43

PAGE 44

PAGE 45

PAGE 46

PAGE 47

PAGE 48

PAGE 49

PAGE 50

PAGE 51

PAGE 52

PAGE 53

PAGE 54

PAGE 55

PAGE 56

PAGE 57

PAGE 58

PAGE 59

PAGE 60

PAGE 61

PAGE 62

PAGE 63

PAGE 64

PAGE 65

PAGE 66

PAGE 67

PAGE 68

PAGE 69

PAGE 70

PAGE 71

PAGE 72

PAGE 73

PAGE 74

PAGE 75

PAGE 76

PAGE 77

PAGE 78

PAGE 79

PAGE 80

PAGE 81

PAGE 82

PAGE 83

PAGE 84

PAGE 85

PAGE 86

PAGE 87

PAGE 88

PAGE 89

PAGE 90

PAGE 91

PAGE 92

PAGE 93

PAGE 94

PAGE 95

PAGE 96

PAGE 97

PAGE 98

LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU *PEER REVIEW*
KARYA ILMIAH : BUKU CHAPTER NASIONAL

Judul Buku : Bioteknologi Kesehatan
 Jumlah Penulis : 11 orang
 Status Pengusul : ~~Penulis Pertama~~/ Penulis ke 5
 Identitas Buku : a. Nomor ISBN : 978-623-120-206-2
 b. Tahun terbit : 2024
 c. Penerbit : CV. EUREKA MEDIA AKSARA
 d. Jumlah halaman : 242 halaman
 e. Judul Bab (Chapter) : Aplikasi bioteknologi dalam Pengembangan Organ Buatan
 f. Tautan eksternal : https://drive.google.com/file/d/1dDNsZaFYQ-GJLGPg-6mq_2NwinFf23kC/view?usp=sharing

Kategori Publikasi Karya Ilmiah : Buku Referensi
 Buku (beri ✓ pada kategori yang tepat) Buku Monograf
 Buku Chapter Internasional
 Buku Chapter Nasional

Hasil Penilaian *Peer Review* :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Buku				Nilai Akhir yang diperoleh (NA)
	Referensi <input type="checkbox"/>	Monograf <input type="checkbox"/>	Chapter Internasional <input type="checkbox"/>	Chapter Nasional <input checked="" type="checkbox"/>	
a. Kelengkapan unsur isi buku (20%)	8	4	3	2	1,7
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)	12	6	4.5	3	2,7
c. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)	12	6	4.5	3	3
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/buku (20%)	8	4	3	2	2
Total = (100%)	40	20	15	10	9,4
Nilai Pengusul (NA x BP)	9,4 x 1 =		9,4		

Catatan Penilaian Kualitatif oleh Reviewer:

Kelengkapan unsur isi buku cukup baik. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan disertai dengan hasil penelitian yang terkini. Kelengkapan unsur dan kualitas penerbit sudah sesuai.

Catatan Bobot Pengusul:
 Sendiri = 1

Lamongan, 22 Januari 2024
 Reviewer 2,



Dr. Nastiti Intan Permata Sari, S.Si., M.Ked.Trop
 NIDN. 4720069301
 Unit kerja: Biologi, FMIPA Militer, UNHAN
 Jabatan Akademik Terakhir: Lektor
 Bidang Ilmu: Biologi/ Biologi Molekuler

**LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : BUKU REFERENSI**

Judul Buku : Bioprospeksi Limbah Ternak dan Domestik Pupuk Organik Cair Serbaguna
 Jumlah Penulis : 2 orang
 Status Pengusul : Penulis Pertama/ Penulis ke
 Identitas Buku : a. Nomor ISBN : 978-623-142-118-0
 b. Tahun terbit : 2023
 c. Penerbit : CV. NAKOMU
 d. Jumlah halaman : 97 halaman
 e. Judul Bab (Chapter) : -
 f. Tautan eksternal :
https://drive.google.com/file/d/1HFNFC0TtSqqBrQCBatDbejG_FWwCV7j2/view?usp=sharing

Kategori Publikasi Karya Ilmiah : Buku Referensi
 Buku (beri ✓ pada kategori yang tepat) Buku Monograf
 Buku Chapter Internasional
 Buku Chapter Nasional

Hasil Penilaian *Peer Review* :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Buku				Nilai Akhir yang diperoleh (NA)
	Referensi <input checked="" type="checkbox"/>	Monograf <input type="checkbox"/>	Chapter Internasional <input type="checkbox"/>	Chapter Nasional <input type="checkbox"/>	
a. Kelengkapan unsur isi buku (20%)	8	4	3	2	7
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)	12	6	4.5	3	11,4
c. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)	12	6	4.5	3	11,6
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/buku (20%)	8	4	3	2	7,5
Total = (100%)	40	20	15	10	37,5
Nilai Pengusul (NA x BP)	37,5 x 0,6=				22,50

Catatan Penilaian Kualitatif oleh Reviewer:

Kelengkapan unsur isi buku perlu dilengkapi dengan glosarium. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan sudah mengerucut pada pembahasan sesuai dengan judul buku namun masih perlu tambahan hasil penelitian baik yang telah dilakukan maupun penelitian yang relevan. Kelengkapan unsur dan kualitas penerbit sudah terpenuhi.

Catatan Bobot Pengusul:
 Sendiri = 1; Penulis pertama = 0,6;
 Anggota = 0,4

Lamongan, 21 Januari 2024
 Reviewer 1,



Prof. Win Darmanto, Ph.D
 NIP. 196106161987011001
 Unit kerja : Dep. Biologi, FST, UNAIR
 Jabatan Akademik Terakhir: Guru Besar
 Bidang Ilmu: Biologi/ Fisiologi Hewan