

PROPOSAL PENELITIAN

**PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KAKAO (*Thebroma cacao* L)
SEBAGAI BAHAN BAKU PUPUK ORGANIK PADAT (POP) DI DESA
METUN SAJAU**



Oleh

SITI AYU WANIRA
NPM. 201931003

PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS KALTARA

TANJUNG SELOR

2024

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, dengan segala berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Kulit Kakao (*Theobroma cacao* L) sebagai Bahan Baku Pupuk Organik Padat (POP) di Desa Metun Sajau”. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di program strata satu (S-1) Fakultas Pertanian Universitas Kaltara.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Didi Adriansyah, S.TP., M.M. Selaku Rektor Universitas Kaltara Tanjung Selor.
2. Ibu Rina Lesmana, S.P., MM. Selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Kaltara Tanjung Selor.
3. Ibu Siti Matsithah Fiqtinovri, S.TP., M.Sc. Selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Kaltara Tanjung Selor.
4. Ibu Tati Hariyati, S.P., M.P. Selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membantu penulis hingga tahap ini.
5. Ibu Rina Lesmana, S.P., MM. selaku dosen pembimbing utama yang penuh dengan kesabaran telah memberikan arahan, bimbingan, saran dan motivasi kepada penulis mulai dari persiapan dan selama penelitian hingga penyelesaian skripsi.
6. Dosen di Fakultas Pertanian Universitas Kaltara Tanjung Selor yang telah memberikan ilmu, membimbing baik secara moril maupun spiritual kepada penulis selama mengikuti studi di Fakultas Pertanian Universitas Kaltara Tanjung Selor.
7. Orang tua yang telah memberikan bantuan financial, dukungan, semangat serta doa yang tiada hentinya kepada penulis.
8. Teman-teman Fakultas Pertanian yang saat ini sama-sama berjuang untuk masa depan.

Penulis menyadari proposal skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga proposal skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Tanjung Selor, 20 Oktober 2024

Penulis,

Siti Ayu Wanira

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Hipotesis Penelitian	4

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Profil Desa Metun Saja	5
2.2 Tanaman Kakao (<i>Theobroma cacao</i> L)	5
2.3 Limbah Kulit Kakao	7
2.4 Pupuk Organik Padat (POP)	8
2.5 Dekomposer	10
2.6 Fermentasi ppo	12
2.7 Unsur Hara	12

III. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian	16
3.2 Alat Dan Bahan Penelitian	16
3.3 Rancangan Percobaan	17
3.4 Pelaksanaan Penelitian	18
3.4 Parameter Pengamatan	20
3.5 Analisis Data	22

DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	26

DAFTAR TABEL

<u>Nomor</u>	<u>Halaman</u>
1. Persyaratan teknis minimal mutu pupuk organik padat	9
2. Rancangan Pembuatan Pupuk Padat Organik	18

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Gambar Alir Penelitian	20

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan komoditas perkebunan yang memiliki nilai ekonomi penting dalam sektor pertanian, terutama dalam penyediaan lapangan kerja, mendorong pembangunan wilayah, dan meningkatkan kesejahteraan petani (Widyastuti dkk., 2021). Pengembangan kakao di Indonesia telah dilaksanakan sejak tahun 1980-an. Kondisi iklim dan lahan di Indonesia yang sesuai untuk pertumbuhan kakao telah mendorong perkembangan budidaya kakao di berbagai wilayah di Indonesia.

Pulau Kalimantan memiliki potensi besar dalam menghasilkan biji kakao. Di Kabupaten Bulungan, khususnya di Desa Metun Sajau, banyak masyarakat yang mulai menyadari pentingnya membudidayakan tanaman kakao. Desa Metun Sajau memiliki luas wilayah 117,224 hektar, dengan total luas lahan pertanian mencapai 58,8 hektar. Berdasarkan Data Pembelian Biji Kakao di Desa Sajau tahun 2023, dari awal Januari hingga Desember, terdapat sebanyak 365,56 kg biji basah dan 744,95 kg biji kering yang dihasilkan oleh 34 petani kakao yang terdaftar.

Seiring dengan meningkatnya produksi biji kakao, jumlah limbah kulit buah kakao juga meningkat, namun belum dimanfaatkan secara maksimal. Peningkatan luas areal penanaman dan produksi kakao per satuan luas akan mengakibatkan peningkatan jumlah limbah buah kakao. Jika limbah kulit buah kakao ini tidak dikelola dengan baik, maka akan menimbulkan masalah lingkungan, seperti bau yang tidak sedap dan penumpukan limbah.

Limbah kulit kakao sebenarnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk membuat pupuk organik padat (POP) yang dibutuhkan oleh tanaman. Selama ini, pada proses pascapanen, kulit buah kakao umumnya hanya dibuang atau dibiarkan terurai secara alami. Namun, karena kulit kakao tersusun atas selulosa yang memerlukan waktu lama untuk terurai, diperlukan proses pengolahan lebih lanjut untuk mempercepat penguraian ini. Pembuatan pupuk organik padat dari kulit kakao dapat menghasilkan produk yang kaya akan zat hara. Hasil penelitian Andini dkk. (2021) menunjukkan bahwa pupuk organik padat dari kulit buah kakao memiliki pH 5,4, N total 1,30%, C organik 33,71%, P₂O₅ 0,186%, K₂O 5,5%, CaO 0,23%, dan MgO 0,59%. Kandungan nutrisi ini menunjukkan bahwa kulit kakao mengandung sekitar 61% dari total nutrisi buah kakao yang tersimpan di dalam kulitnya, sehingga pemanfaatan kulit buah kakao sebagai pupuk organik padat (POP) memiliki potensi yang besar untuk mendukung pertumbuhan tanaman.

Pupuk organik padat adalah hasil pengolahan bahan-bahan organik dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme, yang mengubah bahan-bahan tersebut menjadi produk yang kaya akan unsur hara dan mikro yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Novitasari & Caroline, 2019). Proses pembuatan pupuk padat ini dapat dipercepat dengan penambahan bioaktivator, seperti kotoran sapi dan ayam, yang membantu merombak bahan baku kulit kakao menjadi pupuk organik dengan lebih cepat dan efisien (Ratriyanto dkk., 2019).

Melihat ketersediaan limbah kulit kakao yang melimpah di Desa Metun Sajau yang belum dikelola dengan optimal, penelitian ini penting dilakukan untuk mengembangkan pemanfaatan limbah kulit kakao menjadi pupuk organik padat. Oleh karena itu, penulis mengajukan penelitian dengan judul "Pemanfaatan Limbah

Kulit Kakao sebagai Bahan Baku Pupuk Organik Padat (POP) di Desa Metun Saja".

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, yang telah membahas alasan penulis memilih judul penelitian tersebut, berikut rumusan masalah yang dapat penulis susun :

1. Bagaimana pengaruh lama proses pembuatan pupuk organik padat (POP) dari limbah kulit kakao terhadap kandungan unsur hara dalam pupuk tersebut ?
2. Bagaimana perbedaan kualitas pupuk organik padat (POP) yang dihasilkan dari limbah kulit kakao berdasarkan lama dengan dosis bahan yang sama?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh lama proses pembuatan pupuk organik padat (POP) dari limbah kulit kakao terhadap kandungan unsur hara dalam pupuk tersebut.
2. Untuk menganalisis perbedaan kualitas pupuk organik padat (POP) yang dihasilkan dari limbah kulit kakao berdasarkan lama dengan dosis bahan yang sama?

1.4. Hipotesis Penelitian

1. Terdapat pengaruh antara lama proses pembuatan pupuk organik padat (POP) dari limbah kulit kakao terhadap kandungan unsur hara dalam pupuk.
2. Terdapat perbedaan kualitas pada pupuk organik padat (POP) yang dihasilkan dari limbah kulit kakao berdasarkan lama di mana semakin lama waktu fermentasi, kualitas pupuk yang dihasilkan akan meningkat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Profil Desa Metun Sajau

Desa metun saju memiliki luas daerah sebesar 117,224 dengan keadaan umum Desa Metun Sajau berdasar bentuk realif kemiringan lereng dan ketinggian dari permukaan air laut dapat dibedakan dari pegunungan disebelah Barat Desa Metun Sajau serta rawa-rawa disebelah Utara dengan ketinggian kurang lebih 20 m dari permukaan laut. Secara umum, keadaan Topografi desa Sajau merupakan Daerah gunung dalam lembah serta memiliki iklim tropis yaitu musim penghujan dan musim kemarau (Achmad.,2023).

Desa Metun Sajau memiliki kelompok tani kakao yang diketuai oleh Pak Tinus Terang, dimana kelompok tani ini bekerja sama dengan perusahaan PT. PKN. Total luas lahan yang dimiliki oleh kelompok tani kakao Metun Sajau adalah 52,8 Ha dengan jumlah anggota 34 orang dan 21 orang diantaranya adalah petani aktif. Setiap petani memiliki luas lahan sebanyak 0,5 sampai dengan 3 Ha yang mana ada yang menggarap satu lahan ditanami tanaman kakao maupun ditanami tanaman buah dan sayur di sekitar pohon kakao (Achmad.,2023).

2.2 Tanaman Kakao (*Thebroma cacao* L.)

Kakao merupakan satu-satunya di antara 22 jenis marga *Theobroma*, suku Sterculiaceae yang diusahakan secara komersial. sistematika tanaman kakao ini sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Division	: <i>Spermatophyta</i>

Sub-division	: <i>Angiospermae</i>
Class	: <i>Dicotyledoneae</i>
Sub-class	: <i>Dialypetalae</i>
Ordo	: <i>Malvales</i>
Family	: <i>Sterculiaceae</i>
Genus	: <i>Theobroma</i>
Species	: <i>Theobroma cacao</i> L.

Tanaman kakao memiliki morfologi yang khas, terdiri dari beberapa bagian penting. Akar tanaman kakao berkembang secara lateral dekat permukaan tanah, dengan sebagian besar akar berada di kedalaman 0-10 cm. Akar ini dapat tumbuh hingga 8 meter ke samping dan 15 meter ke bawah, batang tanaman kakao juga memiliki karakteristik yang unik. Tunasnya terbagi menjadi ortotrop, yang tumbuh ke atas, dan plagiotrop, yang tumbuh ke samping. Setelah mencapai tinggi 0,9-1,5 meter, tanaman akan membentuk jorket sebagai area percabangan utama dan tumbuh hingga 8-10 meter tinggi dengan tajuk yang rimbun (Siregar et al., 2010).

Daun tanaman kakao berwarna bervariasi dari merah muda hingga hijau pucat pada tahap muda. Tangkai daun pada tunas ortotrop lebih panjang (7,5-10 cm) dibandingkan dengan tunas plagiotrop (2,5 cm). Daun ini juga dilengkapi dengan persendian yang memungkinkan penyesuaian dengan arah sinar matahari, bunga kakao tumbuh dari ketiak daun pada batang dan cabang, menghasilkan hingga 10.000 bunga per tahun. Bunga-bunga ini berwarna putih kemerahan dan tidak berbau, buah kakao berubah warna dari hijau saat muda menjadi kuning atau jingga saat matang. Proses pematangan buah memerlukan waktu 5-6 bulan, dengan ukuran buah berkisar 10-30 cm dan berisi 20-30 biji (Lukito, 2010; Heddy, 2010).

Tanaman kakao memerlukan kondisi tanah yang gembur dan sistem drainase yang baik. pH tanah yang ideal untuk pertumbuhannya berkisar antara 6-7. Kakao tumbuh optimal pada ketinggian 0-600 meter di atas permukaan laut dengan *curah hujan* 1.500-2.000 mm per tahun yang merata. Suhu ideal untuk pertumbuhannya adalah sekitar 25-27°C, dan tanaman ini memerlukan *intensitas cahaya* antara 50-70% (Farhanandi et al., 2022). Tanaman kakao merupakan salah satu komoditas unggulan Indonesia dan berperan penting dalam perdagangan internasional serta pengembangan agroindustri (Kusmiah et al., 2020).

2.3 Limbah Kulit Kakao

Limbah merupakan bahan sisa yang dihasilkan dari berbagai kegiatan dan proses produksi, baik dalam skala rumah tangga, industri, maupun pertanian. Berdasarkan sifatnya, limbah dibedakan menjadi dua kategori utama: limbah organik dan limbah anorganik. Limbah organik adalah limbah yang dapat diuraikan secara alami melalui proses biologi, seperti sisa makanan, sayuran, potongan kayu, dan daun-daun kering. Limbah organik dapat mengalami pelapukan (dekomposisi) dan terurai menjadi bahan-bahan yang lebih kecil dan berbau (Latifah, 2019).

Kulit buah kakao merupakan bagian terbesar dari buah kakao yang dihasilkan selama proses pascapanen. Semakin tinggi produksi kakao, semakin banyak limbah kulit kakao yang dihasilkan. Limbah ini dapat menimbulkan masalah lingkungan jika tidak ditangani dengan baik, mengingat kulit kakao dapat mencapai 60% dari total berat buah (Darmano & Panji, 2020). Kulit buah kakao kaya akan hara mineral, terutama nitrogen (N), kalium (K), dan fosfor (P). Berdasarkan analisis, kulit buah kakao mengandung sekitar 1,13% nitrogen (N), 1,93% kalium oksida (K₂O), dan sekitar 0,15% fosfor (P) (Damanik, 2019). Kulit buah kakao juga diketahui

menyimpan 6% dari total nutrisi buah kakao, sehingga memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai pupuk organik padat.

2.4 Pupuk Organik Padat (POP)

2.4.1 Pupuk Organik

Pupuk adalah bahan yang ditambahkan pada tanah atau tanaman untuk menyediakan unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan optimal tanaman. Unsur hara ini penting bagi berbagai proses fisiologis tanaman, seperti fotosintesis, pertumbuhan akar, pembentukan bunga, dan produksi buah. Pupuk berfungsi untuk meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki kekurangan nutrisi yang ada di dalam tanah, dan mendukung kesehatan tanaman secara keseluruhan. Berdasarkan sumbernya, pupuk dibagi menjadi dua kategori utama: pupuk organik dan pupuk anorganik.

Pupuk organik berasal dari bahan-bahan alami seperti sisa-sisa tanaman, kotoran hewan, atau bahan organik lainnya yang telah mengalami proses dekomposisi. Pupuk ini mengandung unsur hara yang tersedia secara bertahap dan juga meningkatkan kandungan bahan organik serta mikroorganisme tanah. Pupuk anorganik, di sisi lain, dibuat dari bahan kimia yang diproses secara industri. Pupuk ini biasanya mengandung unsur hara dalam bentuk yang sangat larut dan cepat tersedia bagi tanaman, seperti nitrogen, fosfor, dan kalium (Fauzi et al., 2022).

Tabel 1. Persyaratan Teknis Minimal Mutu Pupuk Organik Padat

No	Parameter	Satuan	Standar Mutu	
			Murni	Diperkaya Mikroba
1.	C-organik	%	Minimum 15	Minimum 15
2.	C/N	-	≤ 25	≤ 25
3.	Kadar Air	%	8-20	10-25
4.	N			
5.	P ₂ O ₅	%	Minimum 2	
6.	K ₂ O ₅			
7.	Ph	-	4 - 9	4 - 9

Sumber : Menteri pertanian Republik Indonesia. No: 261/KPTS/SR.310/M/4/2019

2.4.2 Pupuk Padat

Pupuk padat adalah jenis pupuk yang memiliki bentuk kering dan padat. Pupuk padat terbagi menjadi beberapa jenis, termasuk pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik padat berasal dari bahan-bahan alami yang terurai, seperti kompos, pupuk hijau, atau limbah organik, sedangkan pupuk anorganik padat terdiri dari bahan kimia sintetis yang diformulasikan khusus untuk menyediakan unsur hara secara langsung.

Menurut Astuti et al. (2022), pupuk padat organik terdiri dari bahan organik yang telah melalui proses pengomposan atau fermentasi, yang meningkatkan ketersediaan nutrisi dan memperbaiki struktur tanah. Pupuk ini mengandung berbagai unsur hara makro dan mikro yang diperlukan tanaman, termasuk nitrogen, fosfor, kalium, serta unsur mikro seperti seng dan boron. Pupuk padat organik ini juga berfungsi sebagai bahan pembenah tanah, membantu meningkatkan kapasitas retensi air dan struktur tanah yang lebih baik.

2.4.3 Sumber Pupuk Organik Padat

Pupuk organik padat dapat diproduksi dari berbagai bahan organik, termasuk kulit kakao. Kulit kakao, yang merupakan limbah dari pengolahan biji kakao, memiliki potensi tinggi sebagai bahan baku pupuk organik. Proses pembuatan pupuk ini dimulai dengan pengumpulan kulit kakao dan kompostingnya. Kulit kakao kemudian dicampur dengan bahan organik lain seperti jerami, kotoran hewan, dan sisa hasil panen.

Kulit kakao mengandung nutrisi penting seperti nitrogen, fosfor, dan kalium yang sangat bermanfaat untuk tanaman. Selain kulit kakao, kotoran hewan dari sapi, kambing, atau ayam juga digunakan dalam pembuatan pupuk karena kandungan nutrisinya yang tinggi dan kemampuannya memperbaiki struktur tanah. Bahan organik lainnya, seperti jerami dan sisa hasil panen, juga sering dimanfaatkan dalam pembuatan pupuk organik padat (Riyadi et al., 2020).

Menggunakan berbagai bahan organik, termasuk kulit kakao, tidak hanya mengurangi limbah tetapi juga menyediakan pupuk yang ramah lingkungan dan efektif dalam meningkatkan kesuburan tanah. Ini adalah solusi berkelanjutan yang mendukung pertanian yang lebih hijau (Mulyani et al., 2022).

2.5. Dekomposer

Proses pengomposan memerlukan aktivator sebagai dekomposer dalam proses dekomposisi bahan organik kompleks yang dilakukan oleh mikroorganisme sehingga menjadi bahan organik sederhana. Kemudian mengalami mineralisasi dan menjadi tersedia dalam bentuk mineral yang dapat diserap oleh tanaman atau organisme lain (Palupi, 2015).

Salah satu sumber dekomposer yang sering ditemukan adalah MOL. MOL merupakan kumpulan mikroorganisme lokal dengan memanfaatkan sumberdaya sekitar. Mol ini berfungsi sebagai perombak bahan organik dan sebagai pupuk cair melalui proses fermentasi (Budiyani dkk., 2016). MOL berperan sebagai pengurai selulotik, dapat memperkuat tanaman dari infeksi penyakit, dan berpotensi sebagai fungisida hayati. Pemanfaatan pupuk cair MOL lebih murah, ramah lingkungan, dan menjaga keseimbangan alam (Fitriani dkk., 2015). Larutan MOL mengandung unsur hara makro (N, P, K, Ca, Mg, dan S) dan mikro (Zn, Cu, Mo, Co, B, Mn, dan Fe) dan juga mengandung bakteri yang berpotensi sebagai perombak bahan organik, perangsang gulma, dan sebagai agen pengendali hama dan penyakit tanaman (Wuryandri, 2015). Penggunaan MOL (Mikroorganisme Lokal) pada pembuatan kompos yaitu sebesar 50 mL yang dilarutkan kedalam 1 liter air sehingga diperoleh konsentrasi MOL sebesar 0.05% (Isra, 2016).

2.5.1. MOL bonggol pisang

MOL adalah cairan hasil fermentasi yang mengandung mikroorganisme hasil produksi sendiri dari bahan-bahan alami yang tersedia disekeliling kita. Bahan-bahan tersebut merupakan tempat yang disukai oleh mikroorganisme sebagai media untuk hidup dan berkembangnya mikroorganisme yang berguna dalam mempercepat penghancuran bahan-bahan organik (dekomposer) atau sebagai tambahan nutrisi bagi tanaman (Palupi, 2015). Jenis mikroba yang telah teridentifikasi pada MOL bonggol pisang diantaranya *Bacillus* sp., *Aeromonas* sp., dan *Aspergillus nigger*. Mikroba inilah yang biasa mendekomposisi bahan organik (Kesumaningwati, 2015). Adapun langkah dalam pembuatan mol bonggol pisang meliputi: tahap pertama adalah mencampurkan 2 kilogram bonggol pisang yang

sudah dihaluskan dengan 100 gram gula merah encer (sebagai pengurai) dan 2 liter air cucian beras, aduk hingga rata dan gula larut. Setelah bahan tersebut dicampur masukkan ke dalam jerigen dan ditutup kemudian didiamkan selama 14 hari sebelum disaring (Zairinayati et al 2021).

2.6. Fermentasi

Fermentasi adalah proses yang dilakukan oleh mikroorganisme secara aerob maupun anaerob dalam mengubah senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana yang bertujuan untuk mempercepat penyerapan nutrisi bagi tanaman. Prinsip dari fermentasi sendiri adalah bahan organik yang digunakan akan dihancurkan oleh mikroba pada temperatur dan waktu tertentu. Proses fermentasi dibutuhkan starter sebagai mikroba yang akan ditumbuhkan dalam substrat. Starter merupakan populasi mikroba dalam jumlah dan kondisi fisiologis yang siap diinokulasikan pada media fermentasi (Rasmito, Agung., Dkk. 2019).

Dalam penelitian ini, mekanisme fermentasi yang dilakukan adalah fermentasi anaerob. Fermentasi anaerob merupakan proses pembusukan bahan organik tanpa melibatkan oksigen bebas, produk utama proses pembusukan anaerobik adalah metana (CH_4), karbon dioksida (CO_2), dan senyawa lainnya seperti asam organik (Fahlevi, Agam Yogi., Dkk. 2021).

2.7. Unsur Hara

Pertumbuhan tanaman sangat ditentukan oleh berbagai faktor, baik faktor internal maupun faktor eksternal. Seperti pada manusia tanaman memerlukan makanan yang disebut juga dengan hara tanaman. Manusia menggunakan bahan organik sedangkan pada tanaman menggunakan bahan anorganik untuk mendapatkan energi dan pertumbuhan. Tanaman mempunyai ciri antara lain antara

lain tumbuh dan berkembang. Pertumbuhan merupakan proses bertambahnya jumlah dan ukuran sel yang bersifat tetap. Tinggi rendahnya produksi tanaman tidak luput dari kualitas tanah dan ketersediaan unsur hara. Ketersediaan hara adalah adanya unsur hara yang diperlukan tanaman dalam bentuk kation dan anion dari dalam larutan tanah (Agustina, Rika Maya. 2022).

Unsur yang dapat diserap untuk pertumbuhan dan metabolisme tanaman disebut juga dengan hara tanaman. Mekanisme untuk perubahan suatu unsur hara menjadi senyawa organik atau energi disebut metabolisme. Berdasarkan jumlah yang diperlukan tanaman, unsur hara dibagi menjadi dua golongan yaitu hara makro dan hara mikro. Unsur hara makro ialah unsur hara yang esensial yang diperlukan dalam jumlah banyak (konsentrasi 1000 mg/kg bahan kering). Sedangkan hara mikro merupakan unsur hara esensial yang diperlukan dalam jumlah sedikit (konsentrasi 100 mg/kg bahan kering). Unsur hara makro dibutuhkan tanaman dan terdapat dalam jumlah yang lebih besar, dibandingkan dengan unsur hara mikro. Contoh : yang diperoleh dari Udara dan Air: C, H, O dan yang diperoleh dari tanah: N, P, K, Ca, Mg, S. Contoh unsur hara mikro: Fe, Mn, Cu, Mo, B, Cl (Agustina, Rika Maya. 2022).

Berikut merupakan unsur hara yang dibutuhkan pada pupuk organik padat, antara lain :

2.7.1. Nitrogen (N)

Nitrogen adalah salah satu unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah besar. Nitrogen tersedia dalam bentuk urea, ammonium, dan nitrat. Secara sederhana, nitrogen digunakan tanaman untuk pertumbuhan tanaman. Namun secara lengkap nitrogen digunakan tanaman untuk pembentukan asam amino,

pembentukan protein, pembentukan klorofil, pembentukan nukleotida, dan pembentukan enzim (Soeryoko, 2011). Pernyataan tersebut diperkuat oleh Rina (2015), bahwa nitrogen (N) berfungsi untuk menyusun asam amino (protein), asam nukleat, nuklotida, dan klorofil pada tanaman. Nitrogen diserap oleh tanaman dalam bentuk NO_3^- (nitrat) atau NH_4^+ (ammonium). Jumlah tersebut tergantung kondisi tanah. Nitrat tersebut lebih banyak terbentuk jika tanah dalam keadaan hangat, lembab dan aerasi baik. Penyerapan nitrat lebih banyak pada pH rendah sedangkan ammonium lebih banyak pada pH netral. Senyawa nitrat umumnya bergerak menuju akar karena aliran massa, sedangkan senyawa ammonium karena bersifat tidak mobil sehingga selain melalui aliran massa juga melalui difusi (Mukti dkk., 2017 dalam Khoerudin, Imam. 2019).

2.7.2. Fosfor (P)

Fosfor (P) termasuk unsur hara makro esensial yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman, tetapi kandungannya didalam tanah lebih rendah dibanding nitrogen (N), kalium (K), dan kalsium (Ca). Fosfor berfungsi untuk memacu pertumbuhan akar dan pembentukan sistem, memacu pertumbuhan bunga dan masakny buah/biji, dan menambah daya tahan tanaman terhadap serangan hama penyakit (Aziz, 2013). Tanaman menyerap fosfor dari tanah dalam bentuk ion fosfat terutama H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} yang terdapat dalam larutan tanah (Morgo dkk., 2015). Keberadaan unsur hara fosfor ini disebabkan oleh pelapukan bahan organik yang dijadikan kompos (Indrawan, 2016 dalam Khoerudin, Imam. 2019).

2.7.3. Kalium (K)

Kalium adalah unsur hara makro yang banyak diserap tanaman setelah nitrogen. Kalium diserap tanaman dalam bentuk ion K^+ didalam tanah. Sumber

utama kalium ditanah berasal dari pelapukan mineral-mineral primer seperti felspar, mika dan lain-lain. Kalium ini banyak berperan dalam proses metabolisme tanaman seperti mengaktifkan kerja enzim, membuka dan menutup stomata, transportasi hasil-hasil fotosintesis (karbohidrat), meningkatkan daya tahan tanaman terhadap kekeringan dan penyakit tanaman (Selian, 2008). Kalium bagi tanaman berperan penting dalam setiap proses metabolisme gulma yaitu dalam sintesis asam amino dan protein dari ion-ion ammonium (Parman, 2007). Kalium ini juga memacu translokasi asimilat dari source (daun) ke bagian meristematik yang mengalami pembelahan (Suminarti, 2011 dalam Khoerudin, Imam. 2019).

2.7.8. pH (Potential Hydrogen)

Salah satu faktor yang mempengaruhi aktivitas mikroorganisme dalam media penguraian bahan organik adalah pH. Adapun pH optimum dalam penguraian bahan organik berkisar antara 5-8. Pada saat proses fermentasi berlangsung, akan terjadi penurunan pH. Penurunan tersebut merupakan akibat dari aktivitas bakteri asam laktat yaitu *Lactobacillus* sp dalam menguraikan bahan-bahan organik yang terdapat dalam substrat menjadi asam-asam organik (Agustina, Rika Maya. 2022).

III. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November tahun 2024 sampai dengan Februari tahun 2025, bertempat di Tanjung Selor, Kabupaten Bulungan, Kalimantan Utara.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

1. Pembuatan Mol Bonggol Pisang (*Musa Acuminata*)

Adapun alat yang digunakan dalam pembuatan dekomposer dari mol bonggol pisang (*Musa Acuminata*) yaitu kamera, spidol, lesung, baskom, sarung tangan plastik, parang, gelas ukur, timbangan analitik, sendok, derigen, selang, dan botol ukuran 1,5 liter.

2. Fermentasi Kulit Kakao (*Thebroma cacao* L)

Adapun alat yang digunakan dalam pembuatan fermentasi kulit kakao, yaitu kamera, alat pencacah, parang, thermometer, terpal, karung, sarung tangan, timbangan, kardus, lakban, dan spidol.

3.2.2 Bahan

1. Pembuatan Mol Bonggol Pisang (*Musa Acuminata*)

Adapun bahan yang digunakan dalam pembuatan mol bonggol pisang (*Musa Acuminata*), yaitu gula merah, air cucian beras, dan bonggol pisang kepok (*Musa Acuminata* x *Balbisiana*).

2. Fermentasi Kulit Kakao (*Thebroma cacao* L)

Adapun bahan yang digunakan dalam pembuatan pupuk dari tanaman limbah kulita kakao, yaitu limbah kulit kakao (*Thebroma cacao* L.), mol bonggol pisang (*Musa Acuminata*), kotoran sapi dan kotoran ayam.

3.3 Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, dimulai dengan pembuatan dekomposer atau mol menggunakan bahan-bahan berikut: cacahan bonggol pisang kepok (*Musa Acuminata* x *Balbisiana*) sebanyak 5 kilogram, gula merah sebanyak 0,25 kilogram, dan air cucian beras sebanyak 5 liter. Campuran ini akan difermentasikan selama 14 hari untuk menghasilkan mol yang akan digunakan sebagai starter dalam pembuatan pupuk organik.

Setelah mol siap, tahapan selanjutnya adalah pembuatan pupuk organik dari limbah kulit kakao (*Thebroma cacao* L.), kotoran sapi, kotoran ayam, dan mol bonggol pisang. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan pupuk ini mengikuti metode yang dijelaskan oleh Sutrisnawati dkk. (2023) dan terdiri dari:

1. Limbah kulit kakao: 4,5 kg
2. Kotoran sapi: 0,25 kg
3. Kotoran ayam: 0,25 kg
4. Mol bonggol pisang: 400 ml

Campuran bahan-bahan tersebut akan difermentasi sesuai dengan perlakuan yang telah ditentukan, dan hasil fermentasinya akan dianalisis di laboratorium Ilmu Tanah Universitas Mulawarman.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan satu faktor yang diteliti, yaitu lama fermentasi pupuk organik. Faktor yang diteliti meliputi:

W1 = 28 hari

W2 = 35 hari

W3 = 42 hari

Keterangan :

W1 = Waktu Fermentasi 28 Hari

W2 = Waktu Fermentasi 35 Hari

W3 = Waktu Fermentasi 42 Hari

Rancangan percobaan akan terlihat seperti tabel berikut:

Perlakuan	Bahan	Lama Fermentasi
P1	Kulit kakao 4,5 kg + Kotoran sapi 0,25 kg + Kotoran ayam 0,25 kg + Mol batang pisang 400 ml	28 Hari
P2	Kulit kakao 4,5 kg + Kotoran sapi 0,25 kg + Kotoran ayam 0,25 kg + Mol batang pisang 400 ml	35 Hari
P3	Kulit kakao 4,5 kg + Kotoran sapi 0,25 kg + Kotoran ayam 0,25 kg + Mol batang pisang 400 ml	42 Hari

Tabel 2. Rancangan Pembuatan Pupuk Padat Organik

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Tahapan yang dilaksanakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

3.4.1 Mol Bonggol Pisang (*Musa Acuminata*)

Persiapkan bonggol pisang kepok (*Musa Acuminata* x *Balbisiana*) yang telah ditumbuk halus sebanyak 5 kilogram, 0,25 kilogram gula merah yang

telah dicairkan, dan 5 liter air cucian beras. Setelah bahan tersebut dihaluskan kemudian masukan kedalam wadah dan aduk hingga tercampur rata.

Selanjutnya masukan semua bahan kedalam derigen yang telah dipasangkan selang pada tutupnya. Kemudian masukan selang plastik kedalam botol mineral 1,5 liter yang telah dimasukan air sebanyak 1 liter. Proses selanjutnya simpan di tempat teduh dan difermentasi selama 14 hari (Zairinayati dkk., 2021).

3.4.2 Pembuatan Pupuk Organik Hijau

Limbah kulit kakao (*Thebroma cacao* L.) diambil dari kebun petani desa Metun Sajau. Bahan tersebut dikumpulkan dan dicacah menjadi bagian yang lebih kecil menggunakan mesin pencacah atau parang. Setelah itu, bahan dikeringkan hingga kandungan air pada cacahan kulit kakao kurang lebih 50%, dan ditimbang sebanyak 4,5 kilogram.

Selanjutnya, kotoran sapi ditimbang sebanyak 0,25 kilogram dan kotoran ayam ditimbang sebanyak 0,25 kilogram, lalu dicampurkan dengan cacahan kulit kakao.

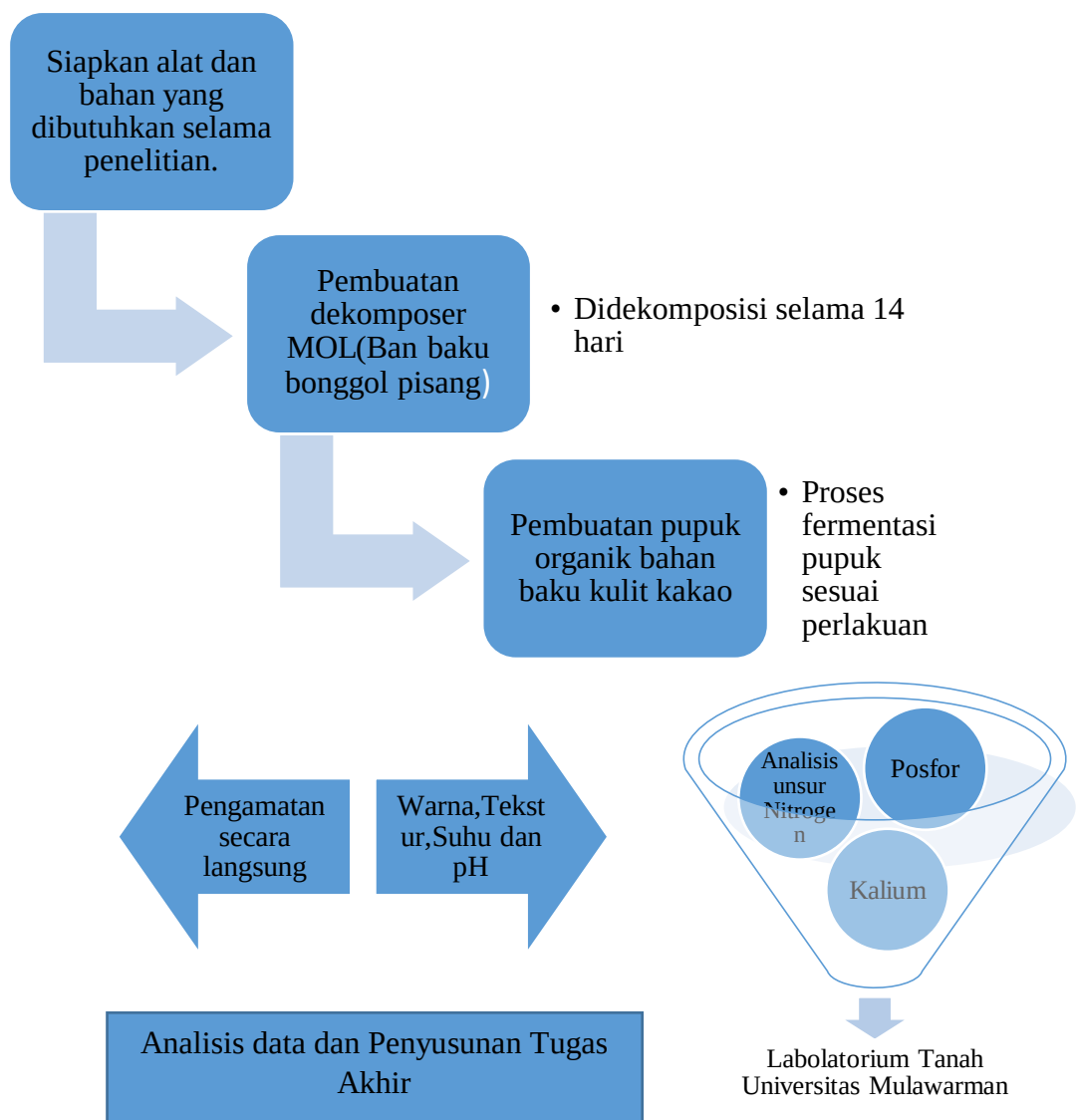
Dekomposer diperoleh dari pembuatan mol bonggol pisang kepok (*Musa Acuminata* x *Balbisiana*) yang telah difermentasi selama 14 hari. Mol bonggol pisang (*Musa Acuminata*) diberikan pada campuran bahan sebanyak 400 ml sebagai starter.

Bahan yang telah dicampurkan kemudian ditutup menggunakan terpal untuk melindungi fermentasi dari panas matahari dan hujan, sehingga hasil fermentasi tidak terlalu basah atau mengering. Proses selanjutnya adalah fermentasi bahan yang telah terkumpul dan dicampurkan sesuai dengan

perlakuan yang dilakukan, yaitu fermentasi selama 28, 35, dan 42 hari. Setelah itu, hasil fermentasi akan dianalisis di Laboratorium Ilmu Tanah Universitas Mulawarman sesuai perlakuan lama fermentasi.

3.4.3 Diagram Alir

Dalam penelitian ini menggunakan diagram alir untuk memudahkan peneliti dalam melakukan penelitian secara urut. Tahapan penelitian secara rinci dijelaskan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

3.5 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

3.5.1 Parameter Fermentasi Kulit Kakao (*Thebroma cacao* L.)

Pada proses fermentasi berlangsung dilakukan pengecekan parameter secara objektif yaitu pada warna, tekstur, suhu dan pH setiap 2 minggu sekali selama proses fermentasi berlangsung.

3.5.2 Parameter Uji Laboratorium

Parameter pada uji Laboratorium menggunakan berbagai macam metode ekstrak sebagai berikut (*Menteri Pertanian Republik Indonesia. No: 261/KPTS/SR.310/M/4/2019*).

1. Nitrogen (N)

Metode ekstrak pada Nitrogen menggunakan Kjeldahl, Titrimetri, Spectrometry Devarda Method (NH_4 , dan NO_3).

2. Phospor (P)

Metode ekstrak pada Phospor menggunakan Oksidasi Basah ($\text{HNO}_2 + \text{HClO}_4$) Molibvanadat, Spectrometry.

3. Kalium (K)

Metode ekstrak pada Kalium dilakukan menggunakan Oksidasi Wet Digestion Method Pengukuran Flame Photometric Meth

3.6 Analisis Data

Hasil analisis pupuk organik padat kulit kakao yang telah didapatkan dari uji laboratorium kemudian dianalisis berdasarkan literatur. Penyajian data-data dalam bentuk table dengan menggunakan program Microsoft excel (Hayati & Harahap.,2023).

Data hasil analisis sampel tanah akan disusun dalam tabel yang mencakup parameter unsur hara N, P, K, pH, Suhu, Tekstur, dan warna pupuk. Setiap hasil dibandingkan dengan standar Menteri pertanian Republik Indonesia. No: 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 atau kisaran optimal untuk menilai kualitas pupuk

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2015. Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan. *Peta Kesatuan Hidrologis Gambut Region Kalimantan*. <https://ppkl.menlhk.go.id/Website/Filebox/177/160711143440Complete%20Peta%20KHG%20Kalimantan.Pdf> (Diakses Pada 2 April 2023, Pukul 21.58).
- Adiningsih. J.S. 2005. *Peranan Bahan Organik Tanah Dalam Meningkatkan Kualitas Dan Produktivitas Lahan Pertanian*. Dalam Materi Workshop Dan Kongres Nasional II Maporina. Sekretariat Maporina : Jakarta.
- Agung Rasmito, Aryanto Hutomo, Anjang Perdana Hartono. 2019. *Pembuatan Pupuk Organik Cair Dengan Cara Fermentasi Limbah Cair Tahu, Starter Filtrat Kulit Pisang Dan Kubis, Dan Bioaktivator EM4*. Jurnal IPTEK 23, No. 55–62. <https://doi.org/10.31284/J.Iptek.2019.V23i1>.
- Agus, F., dan IGM Subiksa. 2008. *Lahan Gambut : Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan*. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF). Bogor Indonesia.
- Agus, F., M, Anda., A, Jamil., dan Masganti. 2014. *Lahan Gambut Indonesia Pembentukan, Karakteristik, dan Potensi Mendukung Ketahanan Pangan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian: Jakarta.
- Agustina, Rika Maya. 2022. *Kajian Unsur Hara Makro Dan Mikro Pada Pertumbuhan Tanaman*. Skripsi. Universitas Negeri Islam: Lampung.
- Alifah, Mul Sri. 2019. *Respon Tanaman Sawi (Brassica Juncea L) Terhadap Pemberian Beberapa Dosis Pupuk Organik Cair Daun Gamal (Gliricidia Sepium)*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau: Pekanbaru.
- Budiyani , N. K., N. N. Soniari Dan N. W. S. Sutari. 2016. *Analisis Kualitas Larutan Mikroorganisme Lokal (MOL) Bonggol Pisang*. E-Jurnal Agoekoteknologi Tropika, 5(1): 63-72.
- Cahyono, B. 2003. *Teknik Dan Strategi Budidaya Sawi Hijau (Pet-Sai)*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. Hal 117.
- Dahlianah, Inka. 2014. *Pupuk Hijau Salah Satu Pupuk Organik Berbasis Ekologi Dan Berkelanjutan*. Jurnal Sainmatika. Vol 9. No 2.
- Daryono, Herman. 2009. *Potensi, Permasalahan Dan Kebijakan Yang Diperlukan Dalam Pengelolaan Hutan Dan Lahan Rawa Gambut Secara Lestari*. Jurnal analisis kebijakan kehutanan. Vol 6. No 2.

- Darwis, Valeriana., Dan Rachman, Benny. 2013. *Potensi Pengembangan Pupuk Organik Insitu Mendukung Percepatan Penerapan Pertanian*. Jurnal Forum Penelitian Agro Ekonomi. Vol 31. No 1.
- Elia Sari. 2018. *Klasifikasi Pteridophyta Di Perkebunan Kelapa Sawit Kawasan Pante Ceuremen Kecamatan Babahrot Aceh Barat Daya Sebagai Media Pembelajaran Biologi Di SMA 7 Aceh Barat Daya*. Skripsi. Aceh : UIN Ar-Raniry.
- Ekawandani, N Dan A. A. Kusuma. 2018. *Pengomposan Sampah Organik (Kubis Dan Kulit Pisang) Dengan Menggunakan EM4*. Jurnal TEDC. 12(1): 38-43.
- Fahlevi, Agam Yogi., Zusuf Tri Purnomo., Dkk.2021. *Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Urine Kambing Jawa Randu Dan Sampah Organik Rumah Tangga*. Universitas Ahmad Dahlan: Yogyakarta. Jurnal Rekayasa 14, No. 1: 84–92.
- Haryanto, Eko., Suhartini, Tina., Dkk. *Sawi dan Selada*. Penebar Swadaya : Jakarta.
- Heru J, dan Yovita. 2003. *Budidaya Tanaman Holtikultura*. Jakarta: Bina Aksara.
- Indrayanti, A. L., Hidayati, N., Dan Hanafi, N. 2016. *Studi Kasus Analisis Pendapatan Sebuah Usaha Keripik Lakai Timur Di Kota Palangkaraya*. Jurnal Ilmiah Pertanian Dan Kehutanan, Vol 3. No 1. 1-6.
- Isra V. N. 2016. *Karakteristik Dan Analisis Keuntungan Kompos Feses Sapi Bali Yang Di Produksi Menggunakan Jenis Mikroorganisme Lokal (MOL) Dan Level Jerami Berbeda*. Skripsi. Fakultas Peternakan. Universitas Hasanuddin: Makassar.
- Khoerudin, Imam. 2019. *Pengaruh Pemberian Beberapa Jenis Dekomposer Terhadap Kualitas Kimia Kompos Kembang Bulan (Tithonia Diversifolia)*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau: Pekanbaru.
- Kesumaningwati, R. 2015. *Penggunaan Mol Bonggol Pisang (Musa Paradisiaca) Sebagai Dekomposer Untuk Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit*. Jurnal Ziraah, 40 (1): 40-45.
- Kurnia, U., Sudirman, Dan H. Kusnadi. 2005. *Teknologi Rehabilitasi Dan Reklamasi Lahan Terdegradasi*. Hlm. 141-167. Dalam Teknologi Pengelolaan Lahan Kering Menuju Pertanian Produktif Dan Ramah Lingkungan. Pusat Penelitian Tanah Dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian.
- Kurnia, Vaneza Citra., Dkk. 2017. *Pengaruh Kadar Air Terhadap Hasil Pengomposan Sampah Organik Dengan Metode Open Windrow*. Jurnal Teknik Mesin. 06 (02): 120. ISSN 2549-2888.

- Lesmana, Rina. 2022. *Identifikasi Kenampakan Fisik Tanah Gambut (Peat Soil) di Kelurahan Tanjung Selor Timur Kabupaten Bulungan Provinsi Kalimantan Utara*. Jurnal Pendidikan Tambusai. Vol 6. No 3. ISSN : 26-3097.
- Margiyanto, E. 2007. *Budidaya Tanaman Sawi*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta.
- Masganti, M., Wahyunto, Dkk. 2014. *Karakteristik dan Potensi Pemanfaatan Lahan Gambut Terdegradasi di Provinsi Riau*. Jurnal Sumberdaya Lahan, 8(1).
- Mulyani, A., dan M, Noor. 2011. *Evaluasi Kesesuaian Lahan Untuk Pengembangan Pertanian di Lahan Gambut. Dalam Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan*. 2011. Bogor. Balai Penelitian Tanah Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian. Hal 30.
- Ni'mah, Gt. Khairun., dan Hidayatullah, Arif. 2017. *Analisa Kandungan Hara Pupuk Hijau Azolla Dan Pakis Dari Vegetasi Lahan Gambut Di Anjir Muara Barito Kuala*. Prosiding hasil penelitian dosen UNISKA. ISBNB : 978-602-71393-6-7.
- Ni'mah, Gusti Khairun., Dan Hidayatullah, Arif. 2018. *Pemanfaatan Kompos Pupuk Hijau Tanaman Pakis Lahan Gambut Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Sawi (Brassica Juncea)*. Penelitian Universitas Islam Kalimantan (UNISKA). Banjarmasin.
- Ni'mah, Gusti Khairun., Hidayatullah, Arif., Dan Djaya, M. Syarif. 2020. *Uji Kualitas Pupuk Organik Padat Pada Vegetasi Lahan Gambut Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian No 70 Tahun 2011 Di Banjarmasin Kalimantan Selatan*. Penelitian Universitas Islam Kalimantan (UNISKA). Banjarmasin.
- Nurbani,. DKK. *Potensi Pengembangan Tanaman Padi Lahan Pasang Surut Di Kabupaten Bulungan*. Jurnal Bptp. Seminar Nasional Pertanian Lahan Rawa.
[Http://Repository.Pertanian.Go.Id:8080/Server/Api/Core/Bitstreams/Fb3d6066-87cd-468a-883c-Ae46e9c0f7bf/Content](http://Repository.Pertanian.Go.Id:8080/Server/Api/Core/Bitstreams/Fb3d6066-87cd-468a-883c-Ae46e9c0f7bf/Content) (Diakses Pada 2 April 2023 Pukul 22.17).
- Nursanti, I., dan Rohim AM. 2009. *Pengelolaan Kesuburan Tanah Pada Lahan Gambut*.
- Palupi, N. 2015. *Karakter Kimia Kompos Dengan Dekomposer Mikroorganisme Lokal Asal Limbah Sayuran*. Jurnal Ziraa,Ah, Vol 40. No 1: 54-60.

- Parman, S. 2007. *Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Kentang (Solanum Tuberosum L.)*. Buletin Anatomi Dan Fisiologi, 15(2): 21-31.
- Pracaya. 2011. *Bertanam Sayur Organik*. Penebar Swadaya. Jakarta. Hal 123.
- Rukmana, R. 2007. *Bertanam Petsai Dan Sawi*. Kanisius: Yogyakarta. Hal 176.
- Sani. 2011. *Pembuatan Karbon Aktif dan Tanah gambut*. Jurnal Teknik Kimia. Hlm 5.
- Simanungkalit, R.D.M., Suriadikarta, Didi Ardi., Dkk. 2006. *Pupuk Organik Dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Penelitian Dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian: Jawa Barat.
- Suhastyo, Arum Asriyanti., Anas, Iswandi., Dkk. 2013. *Studi Mikrobiologi Dan Sifat Kimia Mikroorganisme Lokal (MOL) Yang Digunakan Pada Budidaya Padi Metode SRI (Sistem Of Rice Intensification)*. Jurnal Sainteks. Vol 10. No 2.
- Sunarjono, H. 2004. *Bertanam Sawi Dan Selada*. Penebar Swadaya : Jakarta.
- Sulaiman, Amran. 2019. *Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, Dan Pembenah Tanah*. Menteri Pertanian Republik Indonesia. No : 261/KPTS/SR.310/M/4/2019.
- Suwondo S., Sabihan, Sumardjo dan B, Pramudya. 2011. *Efek Pembukaan Lahan terhadap Karakteristik Biofisik Gambut pada Perkebunan Kelapa Sawit di Kabupaten Bengkalis*. Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Riau. Pekanbaru.
- Syamsia. 2022. *Monografi Kompos Limbah Kulit Kopi*. PT. Nas Media Indonesia: Yogyakarta.
- Wahyunto, dan B. Heryanto. 2005. *Sebaran Gambut dan Status Terkini di Sumatera*. Dalam CCFPI. 2005. *Prosiding Lokakarya Pemanfaatan lahan gambut Secara Bijaksana untuk Manfaat Berkelanjutan*. Pekanbaru. 31 Mei - 1 Juni 2005. Wetlands International-Indonesia Programme.
- Wuryandri, B. B. 2015. *Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Dan Frekuensi Mikroorganisme Lokal Dari Bonggol Pisang (Musa Balbisiana) Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Produksi Tanaman Tomat*. Skripsi.Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.
- Zairinayati., Dan Garmini, Rahmi. 2021. *Perbedaan Mol Bonggol Pisang Dan EM4 Sebagai Aktivator Terhadap Lama Pengomposan Sampah Dengan Metode Takakura*. Sainmatika. Vol 18. No 02

