

**PUPUK ORGANIK BERBENTUK PELET CAMPURAN LIMBAH SAGU YANG
DIPERKAYA DENGAN NITROGEN**

**AHMAD MUFLIH ANSHARY
G111 16 307**



**DEPARTEMEN ILMU TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**PUPUK ORGANIK BERBENTUK PELET CAMPURAN LIMBAH SAGU YANG
DIPERKAYA DENGAN NITROGEN**

AHMAD MUFLIH ANSHARY

G111 16 307

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Pertanian

Pada

Departemen Ilmu Tanah

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

Makassar

**DEPARTEMEN ILMU TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Pupuk Organik Berbentuk Pelet Campuran Limbah Sagu yang Diperkaya dengan Nitrogen
Nama : Ahmad Muflih Anshary
NIM : G111 16 307

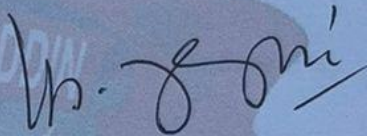
Disetujui Oleh :

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping.


Prof. Dr. Ir. Dorothea Agnes Rampisela, M.Sc

NIP. 19570117 198303 2 001


Dr. Ir. Muh. Jayadi, M.P

NIP. 19590926 198601 1 001

Mengetahui,
Ketua Departemen Ilmu Tanah


Dr. Ir. Asmita Ahmad, ST., MSi

NIP. 19731216 200604 2 001

Tanggal lulus: 18 Juli 2023

HALAMAN PENGESAHAN

PUPUK ORGANIK BERBENTUK PELET CAMPURAN LIMBAH SAGU YANG DIPERKAYA DENGAN NITROGEN

Disusun dan diajukan oleh :

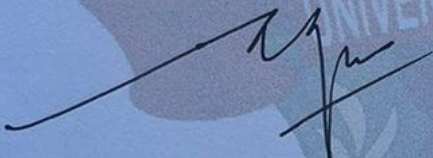
Ahmad Muflih Anshary
G111 16 307

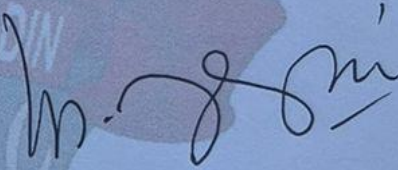
Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Masa Studi Program Sarjana, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin pada tanggal 18 Juli 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui Oleh:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping.


Prof. Dr. Ir. Dorothea Agnes Rampisela, M.Sc
NIP. 19570117 198303 2 001


Dr. Ir. Muh. Jayadi, M.P
NIP. 19590926 198601 1 001

Mengetahui;
Ketua Program Studi Agroteknologi


Dr. Ir. Abdul Haris B., M.Si.
NIP. 19670811 199403 1 003

Deklarasi

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul “Pupuk Organik Berbentuk Pelet Campuran Limbah Sagu yang Diperkaya dengan Nitrogen” benar adalah karya saya dengan arahan tim pembimbing, belum pernah diajukan atau tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Saya menyatakan bahwa, semua sumber informasi yang digunakan telah disebutkan di dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

Makassar, 18 Juli 2023



Ahmad Muflih Anshary

G11116307

ABSTRAK

AHMAD MUFLIH ANSHARY. Pupuk Organik Berbentuk Pelet Campuran Limbah Sagu yang Diperkaya dengan Nitrogen. Pembimbing: DOROTHEA AGNES RAMPISELA dan MUH. JAYADI.

Latar belakang Tingginya jumlah limbah sagu yang dihasilkan belum dimanfaatkan secara optimal berpotensi menimbulkan dampak pencemaran lingkungan. Padahal, ampas sagu dapat digunakan sebagai bahan utama untuk pembuatan pupuk organik. Pupuk organik padat dalam bentuk pelet memiliki kelebihan dapat mengurangi overdosis pada tanaman, dan unggul dari segi estetika. **Tujuan** mempelajari karakterisasi pupuk organik berbentuk pelet dengan menganalisis ketahanan pelet, laju pelepasan nitrogen dan kehilangan nitrogen pada pelet. **Metode** Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Pembuatan pelet dilakukan dengan mengkombinasikan 7 variabel yang terdiri dari ampas sagu, daun kelor, daun gamal, perekat sagu, perekat tapioka, urea 5% dan urea 10% dengan parameter pengamatan ketahanan pelet, Nitrogen total dan pH larutan hasil titrasi. **Hasil** penelitian ini adalah pelet yang memiliki presentasi ketahanan tertinggi setelah direndam pada nitrogen 5% dan 10% adalah pelet dengan kombinasi perlakuan AGSN1 dan AGSN2 dengan nilai 91.67% Hasil kombinasi perlakuan AGKS memiliki kadar N-total pada bahan baku yang paling tinggi yaitu sebesar 1.38%. Pada analisis pelepasan nitrogen yang stabil terdapat pada kombinasi perlakuan AGTN2 dengan nilai nitrogen 0.28% pada setiap titrasi. Kehilangan nitrogen terkecil ditunjukkan pada kombinasi perlakuan AGSN1 dengan nilai 0.12 mg. **Kesimpulan** kombinasi perlakuan yang memiliki presentasi ketahanan pelet yang terbaik adalah ampas sagu, gamal, perekat sagu yang diperkaya dengan nitrogen 5% dan 10%. Pelepasan nitrogen secara stabil terdapat pada kombinasi perlakuan ampas sagu, gamal, perekat tapioka dan nitrogen 10%. Kehilangan nitrogen terkecil terdapat pada kombinasi ampas sagu, gamal dan perekat sagu yang diberikan nitrogen 5%.

Kata kunci: pupuk organik, pelet, limbah sagu, nitrogen

ABSTRACT

AHMAD MUFLIH ANSHARY Organic Fertilizer in the Form of Pellets Mixed with Sago Waste Enriched with Nitrogen. Advisors: DOROTHEA AGNES RAMPISELA and MUH. JAYADI.

Background The high amount of sago waste produced has not been used optimally and has the potential to cause environmental pollution. In fact, sago pulp can be used as the main ingredient for making organic fertilizer. Solid organic fertilizer in the form of pellets has the advantage of being able to reduce overdosage in plants, and is superior in terms of aesthetics. **Aim** is to study the characterization of organic fertilizer in the form of pellets by analyzing the durability of the pellets, the rate of nitrogen release and the loss of nitrogen in the pellets. **Methods** This research was conducted at the Laboratory of Chemistry and Soil Fertility, Faculty of Agriculture, Hasanuddin University. Pellet production was carried out by combining 7 variables consisting of sago pulp, moringa leaves, gamal leaves, sago adhesive, tapioca adhesive, 5% urea and 10% urea with the observed parameters of pellet resistance, total nitrogen and pH of the titrated solution. **Results** of this study were pellets with the highest presentation of resistance after being soaked in 5% and 10% nitrogen were pellets with the combination of AGSN1 and AGSN2 treatments with a value of 91.67%. In the analysis of stable nitrogen release there was a combination of AGTN2 treatments with a nitrogen value of 0.28% in each titration. The smallest loss of nitrogen was shown in the AGSN1 treatment combination with a value of 0.12 mg. **Conclusion** the treatment combinations with the best presentation of pellet resistance were sago pulp, gamal, sago adhesive enriched with 5% and 10% nitrogen. Stable release of nitrogen was found in the combined treatment of sago pulp, gamal, tapioca adhesive and 10% nitrogen. The smallest loss of nitrogen was found in the combination of sago pulp, gamal and sago adhesive given 5% nitrogen.

Keywords: organic fertilizer, pellets, sago waste, nitrogen

PERSANTUNAN

Puji syukur kepada Allah SWT, atas segala kemudahan yang diberikan, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi dengan judul sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan dan memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Program Studi Agroteknologi, Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

Ucapan terima kasih kepada kedua orang tua dan saudara, terima kasih atas kasih sayang, doa serta segala pengorbanan yang saya terima dari kalian. Penghargaan yang setinggi-tingginya kepada kedua orang tua tercinta. Doa saya senantiasa menyertai kalian.

Ucapan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Dorothea Agnes Rampisela, M.Sc dan Dr. Ir. Muh. Jayadi, M.P. atas segala ilmu, bimbingan dan waktu yang telah diberikan dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi ini. Dengan penuh kesabaran mereka membimbing saya dari pelaksanaan penelitian, pengolahan data dan penulisan skripsi. Terima kasih kepada seluruh dosen dan staf Departemen Ilmu Tanah, staf administrasi Fakultas Pertanian atas ilmu dan pelayanan yang diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Perguruan Tinggi.

Terima kasih juga kepada teman-teman Agroteknologi 16 dan Ilmu Tanah 16 yang telah mengingatkan, menemani, dan memberikan saran dan semangat selama ini. Serta rekan-rekan BRYUM khususnya Muh. Riko, Muhammad Rifat, Muh. Aras, Moh. Fiqry Rosaldi, Nurkholis Randi Sabang, Ahmad Makasau R, M. Arif Fikri Al-Ridho, Asrida, Miftahul Nur, Sarina, Satriani Gassing, Saiful Haruna, Burhanuddin dan Nur Alim Azis yang selalu menemani suka maupun duka selama masa pendidikan.

Penulis

Ahmad Muflih Anshary

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
Deklarasi.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
PERSANTUNAN.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Tujuan.....	2
2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Unsur Hara.....	3
2.2 Ampas Sagu	3
2.3 Daun Kelor.....	4
2.4 Daun Gamal	4
2.5 Pelet Organik	5
3. METODE PENELITIAN	7
3.1 Tempat dan Waktu.....	7
3.2 Alat dan bahan	7
3.3 Metode dan Tahapan Penelitian	8
3.3.1 Tahap Persiapan.....	8
3.3.2 Pembuatan Pelet	8
3.3.3 Pelaksanaan	9
3.3.4 Parameter Pengamatan	11
3.3.5 Metode Analisis.....	11
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	13
4.1. Hasil.....	13
4.1.1 Parameter Pengamatan Ketahanan Pelet	13
4.1.2 Parameter Pengamatan Kadar Nitrogen dan pH Pelet	14

4.1.2.1 Analisis pH Pelet	14
4.1.2.2 Analisis Nitrogen Pelet Sebelum Perendaman Nitrogen.....	14
4.1.2.3 Analisis Nitrogen Pelet Setelah Perendaman Nitrogen	15
4.1.2.4 Analisis Kehilangan Nitrogen Pada Pelet	16
4.2 Pembahasan	19
5. KESIMPULAN.....	21
5.1 Kesimpulan	21
DAFTAR PUSTAKA.....	22
LAMPIRAN	25

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1. Bentuk Pupuk Organik Padat Dengan Sasaran Komoditas Tanaman	6
Tabel 3-1 Alat yang Digunakan dalam Penelitian.....	7
Tabel 3-2 Bahan yang Digunakan dalam Analisis Laboratorium	8
Tabel 3-3 Metode Analisis Larutan Hasil Titrasi	11
Tabel 4-1 Presentasi ketahanan pelet setelah proses perendaman Nitrogen 5%	13
Tabel 4-2 Presentasi ketahanan pelet setelah proses perendaman Nitrogen 10%	13
Tabel 4-3 Hasil analisis pH larutan hasil titrasi pelet setelah perendaman nitrogen 5%	14
Tabel 4-4 Hasil analisis pH larutan hasil titrasi pelet setelah perendaman nitrogen 10%	14
Tabel 4-5 Hasil Analisis Nitrogen Pelet Sebelum Perendaman Nitrogen.....	15
Tabel 4-6 Hasil Analisis N larutan hasil titrasi pelet setelah perendaman nitrogen 5%	15
Tabel 4-7 Hasil analisis N larutan hasil titrasi pelet setelah perendaman nitrogen 10%	15

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1. Bentuk Pupuk Organik Padat Dengan Sasaran Komoditas Tanaman.....	6
Gambar 3-1. Alat Titrasi Pelet berupa spoit, gelas ukur, corong daan kain kasa.....	7
Gambar 3-2. Alat Titrasi Pelet	7
Gambar 3-3. Proses Pembuatan Pelet Organik, mengeringkan bahan baku (a), mencampur bahan baku (b), memasukkan adonan pelet pada alat pencetak (c), pencetakan pelet dengan cara ditekan (d), mengeringkan pelet dengan oven (e), pelet yang sudah dikeringkan (f)	9
Gambar 3-4. Pengenceran nitrogen (a), memasukkan larutan nitrogen pada pelet (b) dan perendaman pelet pada larutan nitrogen (c)	10
Gambar 3-5. Pelet hancur pada lingkaran merah dan pelet utuh.....	10
Gambar 3-6. Proses titrasi pelet (a), pengukuran larutan hasil titrasi pada gelas ukur (b), larutan hasil titrasi dalam pot plastik	11
Gambar 3-7. Bagan alur penelitian.....	12
Gambar 4-1. Kehilangan Nitrogen Pada Pelet	16

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Dosis Nitrogen	25
Lampiran 2. Tabel Pengamatan Pembuatan Pelet	26
Lampiran 3. Tabel Pengamatan Titrasi Pelet	29
Lampiran 4. Tabel Perhitungan Jumlah Pelet Utuh.....	33
Lampiran 5. Tabel Hasil Analisis N-Total	33
Lampiran 6. Perhitungan Kehilangan Nitrogen Pada Pelet	34
Lampiran 7. Pembuatan dan Titrasi Pelet	38
Lampiran 8. Analisis N-total di Laboratorium	41

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Unsur hara yang diperlukan tanaman terbagi menjadi dua, yaitu unsur hara esensial dan unsur hara non esensial. Unsur hara esensial merupakan unsur hara yang perannya tidak bisa digantikan oleh unsur lain (Tando, 2019). Ketersediaan unsur hara pada tanah sering kali mengalami kendala, salah satu kendalanya yaitu kehilangan hara seperti terjadinya pencucian hara sehingga unsur hara tersebut tidak tersedia. Upaya untuk mengatasi kehilangan unsur hara akibat pencucian salah satunya dengan penambahan bahan organik. Pemberian bahan organik akan menghasilkan humus dari hasil dekomposisi yang dapat menahan hara tanaman sehingga dapat mengurangi pencucian unsur hara. Makin tinggi kadar bahan organik, makin banyak hara tanaman dapat ditahan, sehingga bahan organik dapat berfungsi sebagai gudang atau media penyimpanan hara tanaman (Rusman, 2019). Salah satu bahan organik yang dapat digunakan yaitu limbah sagu.

Limbah sagu atau ampas sagu sangat mudah dijumpai di daerah Sulawesi Selatan dalam jumlah yang banyak. Tingginya jumlah limbah yang dihasilkan belum dimanfaatkan secara optimal dan hanya dibiarkan menumpuk di tempat pengolahan sagu (Islamiyati, 2009). Pemanfaatan ampas sagu masih terbatas dan biasanya dibuang begitu saja ketempat penampungan sehingga ampas sagu berpotensi menimbulkan dampak pencemaran lingkungan (La Teng dan Sutanto, 2010). Ampas sagu memiliki kandungan pati sagu sebesar 18,5% dan sisanya 81,5% merupakan ampas sagu yang memiliki kandungan selulosa sebesar 20% dan lignin 21% (Wahida dan Limbongan, 2015). Ampas sagu juga memiliki kandungan N-total sebesar 1.14%, P sebesar 1.11%, K sebesar 4.32%, ratio C/N sebesar 14% dan kandungan unsur hara mikro lainnya (Tatipata dan Jacob, 2013). Oleh karena itu, untuk pemanfaatan limbah, ampas sagu dapat digunakan sebagai bahan utama untuk pembuatan pupuk organik. Pupuk organik dapat dibuat berbagai macam bentuk yaitu bentuk curah seperti kompos maupun bentuk padat seperti pelet. Pupuk organik dalam bentuk curah seperti kompos memiliki kekurangan seperti memerlukan jumlah yang banyak dalam pengaplikasian sehingga diperlukan inovasi pupuk organik padat seperti pelet untuk mengatasi kelemahan tersebut. Pupuk organik padat dalam bentuk pelet memiliki kelebihan *slow release*, artinya unsur hara di dalam pupuk akan dilepas secara perlahan-lahan dan terus-menerus selama jangka waktu tertentu sehingga kehilangan unsur hara akibat pencucian oleh air menjadi lebih kecil dan tidak menyebabkan *overdosis* nutrisi pada tanaman (Widyowanti *et al*, 2019). Pupuk organik padat dalam bentuk pelet juga memiliki keunggulan dari segi estetika. Pengaplikasian pupuk organik padat berbentuk pelet pada tanaman hias di dalam pot akan terlihat lebih indah dibandingkan menggunakan pupuk organik berbentuk curah.

Pada penelitian ini, pelet organik dibuat menggunakan ampas sagu sebagai bahan baku utama dan ditambahkan bahan baku pelengkap yang memiliki kandungan unsur nitrogen yang cukup tinggi seperti daun gamal dan daun kelor. Gamal adalah salah satu tanaman dari famili Leguminosae yang mengandung berbagai unsur hara esensial yang cukup tinggi untuk pemenuhan hara sehingga baik digunakan sebagai bahan tambahan pembuatan pelet organik. Jaringan daun tanaman gamal mengandung 3,15% N, 0,22% P, 2,65% K, 1,35% Ca, dan 0,41%

Mg (Ibrahim, 2002). Daun kelor juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pembuatan pelet organik. Daun kelor memiliki kandungan yang dapat merangsang pertumbuhan dan perkembangan bagi tanaman karena daun kelor mengandung hormon sitokinin (Tomia dan Lani, 2021). Kandungan unsur hara pada pupuk daun kelor mengandung Nitrogen 0,28%, Posfor 497,78 ppm, dan Kalium 538,70 ppm (Susila, 2016). Jenis perekat yang digunakan dalam pembuatan pelet organik ini adalah tepung sagu dan tepung tapioka. Tepung tapioka dan tepung sagu merupakan karbohidrat yang terdiri dari banyak glukosa yang bergabung karena adanya ikatan glikosida yang disebut sebagai pati. Pati ini bila terlarut dalam air dapat berfungsi sebagai perekat (Kuokkanen, 2013). Pada penelitian ini, pelet organik akan diperkaya dengan kandungan nitrogen sebab nitrogen merupakan unsur hara esensial yang memiliki sifat mudah mengalami pencucian sehingga menjadi tidak tersedia pada tanah. Pelet organik yang diperkaya nitrogen selain mampu menambah ketersediaan nitrogen juga mampu sebagai bahan organik yang dapat menjadi penyedia unsur hara.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian pupuk organik berbentuk pelet campuran limbah sagu yang diperkaya dengan nitrogen untuk mempelajari bagaimana karakterisasi pupuk organik berbentuk pelet berbasis limbah sagu.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari karakterisasi pupuk organik berbentuk pelet dengan menganalisis ketahanan pelet, laju pelepasan nitrogen dan kehilangan nitrogen pada pelet. Kegunaan penelitian ini sebagai media informasi yang dapat digunakan dalam pembuatan pelet berbasis limbah sagu sebagai media pembawa hara

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Unsur Hara

Unsur hara ataupun nutrisi pada tumbuhan menjadi aspek yang sangat berarti dalam perkembangan tumbuhan yang bisa diibaratkan selaku zat santapan untuk tumbuhan. Unsur hara dibagi menjadi 2 kelompok, pertama ialah faktor hara makro serta faktor hara mikro. Faktor hara makro merupakan faktor hara yang diperlukan tumbuhan dalam jumlah banyak, antara lain, fosfor (P), kalium (K), nitrogen (N), kalsium (Ca), belerang (S), serta Magnesium (Mg). Sebaliknya faktor hara mikro ialah zat yang diperlukan dalam jumlah kecil, antara lain besi (Fe), tembaga (Cu), mangan (Mn), boron (B), seng (Zn), serta molybdenum (Mo). Jika tanah tidak dapat menyediakan unsur hara yang cukup bagi tanaman, maka pemberian pupuk perlu dilakukan untuk memenuhi kekurangan tersebut (Tando, 2019). Kekurangan hara dapat disebabkan dari proses pencucian hara. Salah satu unsur hara yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah unsur hara Nitrogen.

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara esensial dengan tingkat ketersediaan yang rendah di dalam tanah karena mudah hilang melalui proses penguapan dan pencucian. Sumber utama nitrogen pada tanah adalah bahan organik, yang kemudian akan mengalami proses mineralisasi yaitu konversi nitrogen oleh mikroorganisme dari nitrogen organik (protein dan senyawa amina) menjadi bentuk anorganik yaitu NH_4^+ dan NO_3^- sehingga menjadi tersedia untuk diserap oleh tanaman (Crohn, 2004). Keberadaan nitrogen tidaklah stabil di dalam tanah. Nitrogen banyak tersedia atau berlimpah di udara dalam bentuk N_2 , tetapi bentuk tersebut tidak bisa diserap atau dimanfaatkan oleh tanaman. Sehingga Nitrogen menjadi unsur hara yang selalu kurang dalam tanah. Agar bisa dimanfaatkan tanaman, maka unsur nitrogen yang ada di udara tersebut terlebih dahulu harus berfiksasi dengan unsur H ataupun O_2 dan H_2O . Nitrogen diserap oleh akar dalam bentuk NO_3^- dengan dukungan kelembapan tanah dan air (Supriyadi dan Kadarwati, 2011). Ketersediaan nitrogen tersebut dapat dipengaruhi oleh proses kimia dan biologis. Dalam keadaan reduksi, N diserap tanaman dalam bentuk ammonium (NH_4^+) sedangkan dalam keadaan oksidasi N diserap dalam bentuk nitrat (NO_3^-) (Mulyani, 2000). Nitrogen sebagai nutrisi utama tanaman karena merupakan unsur penyusun protein, asam nukleat dan bahan organik lainnya (Nasaruddin, 2012). Tanaman yang mengalami defisiensi unsur Nitrogen menunjukkan pertumbuhan yang lambat, kelihatan lemah, daunnya berwarna hijau terang hingga kuning. Biasa dijumpai pada daun-daun tua, karena Nitrogen merupakan unsur yang mobile. Tanaman cenderung mudah stress terhadap kekeringan. Kekurangan Nitrogen dapat menjadi pembatas dari P dan pada kondisi yang demikian, tanggapan tanaman terhadap pemupukan P sangat tergantung pada tersedianya unsur N di dalam tanah (Fahmi *et al*, 2010).

2.2 Ampas Sagu

Sagu (*Metroxylon sago* Rottb.) merupakan tanaman asli Indonesia dan diyakini berasal dari Danau Sentani, Kabupaten Jayapura, Papua dan tersebar di kepulauan Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi. Luas perkebunan sagu diperkirakan 1,2 juta ha di Indonesia dan di Sulawesi Selatan berkisar 4.102 ha. Sagu memiliki beberapa potensi, yakni sebagai sumber pangan dan bahan industri. Sebagai sumber pangan sagu dapat diolah menjadi berbagai macam makanan yang dapat dikonsumsi oleh masyarakat. Sedangkan sebagai sumber bahan industri sagu dapat

diolah menjadi tepung. Dari tepung sagu dapat dibuat bahan perekat dan plastik karena mudah terurai secara alami (*biodegradable*). Peningkatan jumlah produksi sagu berbanding lurus dengan peningkatan jumlah limbah yang dihasilkan. Ampas sagu (*Metroxylon sago*) merupakan limbah yang dihasilkan dari pengolahan sagu, dimana dalam proses tersebut diperoleh tepung dan ampas sagu dalam perbandingan 1 : 6, yang kaya akan karbohidrat dan bahan organik lainnya. Ampas yang dihasilkan dari proses ekstraksi ini sekitar 14% dari total berat basah batang sagu (Haedar dan Jumawan, 2017).

Limbah sagu mengandung lignoselulosa yang kaya akan selulosa dan pati, sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal sebagai sumber karbon. Limbah sagu berupa ampas mengandung 65,7% pati dan sisanya berupa serat kasar, protein kasar, lemak, dan abu. Berdasarkan presentase tersebut ampas mengandung residu lignin sebesar 21%, sedangkan kandungan selulosanya sebesar 20% dan sisanya merupakan zat ekstraktif dan abu. Selain itu, kulit batang sagu mengandung selulosa (57%) dan lignin yang lebih banyak (38%) daripada ampas sagu (Kiat 2006). Ampas sagu memiliki kandungan pati sagu sebesar 18,5% dan sisanya 81,5% merupakan ampas sagu yang memiliki kandungan selulosa sebesar 20% dan lignin 21% (Wahida dan Limbongan, 2015). Ampas sagu juga memiliki kandungan N-total sebesar 1.14%, P sebesar 1.11%, K sebesar 4.32%, ratio C/N sebesar 14% dan kandungan unsur hara mikro lainnya (Tatipata dan Jacob, 2013)

2.3 Daun Kelor

Daun kelor memiliki potensi bahan pupuk yang tinggi. Kelor memiliki kapasitas untuk meningkatkan nutrisi, keamanan pangan, pengembangan pedesaan dan menjamin keberlanjutan hara tanah. Kelor sangat aktif, efektif, dan produktif menjadi agen nutrisi untuk menghasilkan pupuk. Bagian daun kelor yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pupuk adalah daun (Adiaha, 2017). Daun kelor memiliki kandungan yang dapat merangsang pertumbuhan dan perkembangan bagi tanaman karena daun kelor mengandung hormon sitokinin (Tomia dan Lani, 2021). Kandungan unsur hara pada pupuk daun kelor mengandung Nitrogen 0,28%, Posfor 497,78 ppm, dan Kalium 538,70 ppm (Susila, 2016). Kelor merupakan tanaman yang memiliki unsur makro dan asam amino yang hampir lengkap. Ekstrak daun kelor dapat digunakan untuk mempercepat pertumbuhan tanaman secara alami. Hal ini dikarenakan daun kelor kaya akan zeatin, sitokinin, askorbat, fenolik dan mineral seperti Ca, K dan Fe yang dapat memicu pertumbuhan tanaman. Sitokinin merupakan hormon tanaman yang menginduksi pembelahan sel, pertumbuhan, dan mendorong pertumbuhan sel baru serta menunda penuaan sel. Zeatin merupakan anti oksidan kuat dengan sifat anti penuaan (Pusat Informasi dan Pengembangan Tanaman Kelor Indonesia, 2010).

2.4 Daun Gamal

Gamal (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.) adalah tanaman golongan *legum* pohon yang mampu beradaptasi disegala jenis tanah, tahan kering dan selalu memproduksi hijauan di musim kemarau jika didefoliasi secara teratur. Tanaman gamal digunakan sebagai tanaman pagar, memiliki potensi pendukung kesuburan tanah melalui fiksasi nitrogen (N₂) (Winata, Karno dan Sutarno, 2012). Tanaman famili *leguminoceae* ini merupakan jenis tanaman yang berpotensi sebagai sumber hara tanaman dalam bentuk pupuk organik Keunggulan tanaman ini dibandingkan jenis *leguminoceae* lain yang berbentuk pohon adalah: 1) mudah dibudidayakan, 2) pertumbuhannya cepat, 3) produksi biomasanya tinggi, 4) berpotensi sebagai tanaman

konservasi khususnya dalam sistem budidaya lorong (*alley cropping*). Selain itu sebagai jenis *leguminoceae* gamal mempunyai kandungan nitrogen yang cukup tinggi dengan C/N rendah, menyebabkan biomasa tanaman ini mudah mengalami dekomposisi (Jusuf, 2006).

Jaringan daun tanaman gamal mengandung 3,15% N, 0,22% P, 2,65% K, 1,35% Ca, dan 0,41% Mg. Daun gamal jika dijadikan pupuk organik mempunyai kandungan nitrogen lebih tinggi sehingga sangat cocok jika diaplikasikan pada tanaman yang menghasilkan bagian vegetatif sebagai bagian tanaman yang dipanen (Ibrahim, 2002)

Meningkatnya ketersediaan hara akibat penambahan pupuk organik hijau dari daun gamal, akan meningkatkan produksi berat kering tanaman. Unsur hara dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhannya dan perkembangannya. N yang diserap oleh tanaman mengalami metabolisme dimana diubah menjadi NH_4^+ dan NO_3^- . Tanaman yang kekurangan N daunnya berubah dari warna hijau ke hijau pucat kekuningan sebab N berperan sebagai penyusun protein (asam amino, enzim) dan molekul klorofil (Rini, 2014).

2.5 Pelet Organik

Pelet organik merupakan salah satu bentuk dari pupuk organik. Selain berbentuk pelet, pupuk organik juga ada yang berbentuk curah, serbuk, tablet maupun granular atau butiran. Pemilihan bentuk ini tergantung pada penggunaan, biaya dan aspek-aspek pemasaran lainnya (Muhsin, 2011). Pupuk organik padat bentuk serbuk ada dua macam, yaitu serbuk kasar dan serbuk halus. Salah satu kelebihan pupuk bentuk serbuk adalah proses pelepasan unsur haranya lebih cepat dibandingkan dengan pupuk organik padat bentuk lain. Pupuk organik bentuk serbuk lebih cocok untuk tanaman umur pendek (tanaman semusim) seperti sayuran (kentang, tomat, dll) dan buah (melon, semangka, dll). Bentuk dan ukuran pupuk organik butiran yang beredar dipasaran tidak jauh berbeda dengan butiran pupuk kimia seperti urea, SP-36, KCI, atau pupuk majemuk seperti rustika yellow. Walaupun demikian, juga terdapat pupuk organik dengan bentuk butiran yang tidak seragam atau yang berupa pecah-pecahan. Pupuk organik butiran merupakan salah satu bentuk pupuk organik konsentrat dalam kondisi kering dengan kadar air 10-20%. Oleh karena itu, dosis pemakaiannya lebih rendah dari pupuk organik serbuk.

Pupuk organik bentuk tablet masih sulit ditemukan dipasaran dibandingkan dengan pupuk kimia tablet. Kalaupun ditemukan, pupuk organik bentuk tablet tersebut masih merupakan hasil impor. Sementara pupuk kimia tablet sangat mudah ditemukan dengan ukuran yang beragam. Seperti pupuk organik bentuk butiran dan pelet, pupuk organik bentuk tablet merupakan pupuk organik konsentrat dalam kondisi kering dengan kadar air 10-20%, sehingga dosis anjuran pemakaiannya pun lebih rendah dibanding pupuk organik serbuk atau konvensional. Pelepasan unsur hara pupuk organik bentuk tablet paling lambat (*slow release*) dibanding bentuk lainnya. Pelepasan unsur haranya membutuhkan waktu sekitar 6-12 bulan setelah aplikasi, tergantung dari dimensi atau ukuran tablet.

Pupuk organik bentuk pelet merupakan pupuk organik konsentrat dalam kondisi kering dengan kadar air 10-20%. Pupuk organik padat seperti pelet memiliki kelebihan *slow release* dibandingkan dengan pupuk organik bentuk serbuk atau butiran, karena pelepasan unsur haranya lebih lama., artinya unsur hara di dalam pupuk akan dilepas secara perlahan-lahan dan terus-menerus selama jangka waktu tertentu sehingga kehilangan unsur hara akibat pencucian oleh air menjadi lebih kecil. Sistem pelepasan unsur hara dalam pupuk organik dibantu oleh

aktivitas jasad renik yang ada di dalam tanah atau yang terbawa dalam pupuk organik (Widyowanti *et al*, 2019)

Pelet organik berbentuk pelet dapat mengurangi overdosis tanaman, memperbaiki penampilan dan kemasan produk (Wahyono *et al*. 2011). Pupuk dalam bentuk pelet memiliki kelebihan, yaitu dapat mereduksi volume 50-80% dan juga mereduksi debu sehingga mudah diangkut jarak jauh (Hara, 2001). Namun, pelet organik berbentuk pelet memiliki beberapa kelemahan yaitu mudah pecah dan hancur. Kelemahan ini dapat ditasi dengan menambahkan bahan perekat dalam pembuatan pelet. Fungsi dari perekat dalam pembuatan pelet adalah untuk meningkatkan sifat fisik pelet terutama kekompakan pelet (Wardhana, 2015). Perekat yang baik digunakan harus memiliki sifat rekat yang baik, tidak membahayakan terhadap tanaman dan juga harganya terjangkau (Isroi, 2009). Perekat yang dapat digunakan adalah tepung tapioka dan tepung sagu.. Tepung tapioka dan tepung sagu merupakan karbohidrat yang terdiri dari banyak glukosa yang bergabung karena adanya ikatan glikosida yang disebut sebagai pati. Pati ini bila terlarut dalam air dapat berfungsi sebagai perekat (Kuokkanen, 2013).

Tabel 2-1. Bentuk Pupuk Organik Padat Dengan Sasaran Komoditas Tanaman

Tabel Bentuk Pupuk Organik Padat Dengan Sasaran Komoditas Tanaman			
Bentuk	Tanaman		
	Kelompok	Jenis	Contoh
Serbuk halus/kasar	Tanaman semusim	Sayuran	Kentang, tomat dll
		Buah	Melon, semangka dll
Butiran	Tanaman semusim	Sayuran	Kentang, tomat dll
		Buah	Melon, semangka
	Tanaman tahunan	Buah	Mangga, durian, dll
	Pembibitan		Kopi, kelapa, sawit, dll
Pelet	Tanaman semusim	Sayuran	Kentang, tomat dll
		Buah	Melon, semangka dll
	Tanaman tahunan	Buah	Mangga, durian, dll
	Pembibitan		Kopi, kelapa, sawit, dll
	Perkebunan (TM, TBM)		Kopi, kelapa, sawit, dll
Tablet*	Kehutanan		Akasia, albizia, dll
	Tanaman tahunan	Buah	Mangga, durian, dll
	Pembibitan		Kopi, kelapa, sawit, dll
	Perkebunan (TM, TBM)		Kopi, kelapa, sawit, dll
	Kehutanan		Akasia, albizia, dll

Catatan: * : tergantung ukuran
TBM : tanaman belum menghasilkan
TM : tanaman menghasilkan

Sumber : Masto Prasajo, 2019 (unsurtani.com)