

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pupuk Organik Cair

Pupuk organik merupakan unsur hara mikro dan makro tanaman yang dibuat dari tumbuhan, kotoran hewan dan limbah organik (Putra dan Ratnawati, 2019). Pupuk organik merupakan bahan alam yang mengandung jenis zat hara yang banyak tetapi dalam jumlah sedikit. Pupuk organik terdiri dari pupuk organik cair/padat, pupuk hayati, pupuk biosaka, pupuk bokasi dll. (Mazaya, dkk., 2013). Pupuk organik cair mempermudah tanaman dalam menyediakan dan menyerap unsur-unsur hara yang terkandung di dalamnya serta tidak menyebabkan kerusakan pada tanah melainkan memperbaiki struktur tanah (Zahroh dkk., 2018).

Pupuk organik cair memiliki perbedaan dengan pupuk hayati (*biofertilizer*) yaitu dari segi komposisinya, dimana pupuk organik cair dari sisa-sisa makhluk hidup sedangkan pupuk hayati mengandung mikroorganisme hidup (Saraswati, 2012). Perbedaan pupuk organik cair dengan pupuk bokasi dari segi fermentasi dimana disini adanya penambahan EM4 (Nurhadi, 2021). Perbedaan pupuk organik cair dengan pupuk biosaka yaitu dari bahan dimana disini menggunakan rumput dan air saja (Adiniyah, 2022).

Proses pembuatan pupuk organik cair dilakukan dengan fermentasi, dimana proses fermentasi dapat dilakukan secara anaerob ataupun aerob dengan penambahan mikroorganisme yang mampu mengubah senyawa kimia kesubstrat organik untuk mempercepat pendegradasian (Nisak dan Pratiwi,

2019). Kelebihan pupuk organik cair adalah memperbaiki struktur tanah dan mempermudah tanaman dalam menyediakan dan menyerap unsur-unsur hara yang terkandung di dalamnya (Zahroh dkk., 2018). Kelemahan pupuk organik cair adalah responnya tidak cepat, nutrisi sedikit, tidak tahan lama, mahal dan terkadang menimbulkan bau atau gas yang tidak sedap (Aprilia dan Azis, 2022). Bahan yang cocok untuk pupuk organik cair yaitu dari bahan organik, kandungan air tinggi dan kaya nutrisi agar mudah teruraikan dalam proses fermentasi. Bahan yang digunakan harus dicacah hingga kecil, bahan tidak keras, tidak mengandung lignin dan tidak bergetah (Kustono dkk., 2019).

Tujuan pemupukan yaitu menggantikan atau memberikan unsur hara yang cukup untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Purba dkk., 2021). Jenis pupuk, dosis, waktu, cara dan tempat yang tepat dapat dikatakan sebagai teknik pemupukan yang baik (Slamet, 2019). Waktu yang tepat untuk pemberian pupuk organik cair yaitu 6 hari sekali dan dosis yang tepat adalah kisaran 250- 300 mL (Anzila dan Asngad, 2022). Pupuk organik cair apabila dicampurkan dengan pupuk anorganik maka lebih efisien dalam meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Dewanto dkk., 2013). Pupuk yang dikatakan berhasil yaitu dapat memperbaiki kondisi kimia, fisika serta biologi tanah, aman bagi manusia, mengendalikan penyakit tertentu, meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman (Kasmawan dkk., 2017).

Pupuk organik cair mengandung unsur hara makro dan mikro esensial yang cukup tinggi seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), sulfur (S),

kalsium (Ca), magnesium (Mg), boron (B), molibdenum (Mo), tembaga (Cu), besi (Fe), mangan (Mn), dan bahan organik (Zahroh dkk., 2018). Nitrogen berfungsi sebagai perangsang pertumbuhan vegetatif tanaman yaitu akar, batang dan daun serta pembentuk zat hijau daun. Fosfor berfungsi sebagai perangsang pertumbuhan akar sehingga proses asimilasi terbantu serta pembungaan dan pemasakan biji dan buah yang dihasilkan bagus. Kalium berfungsi untuk memperkuat tanaman, pembentuk karbohidrat dan protein sehingga daya tahan tanaman terhadap penyakit dan kekeringan tinggi (Dinas Pangan, Pertanian dan Perikanan, 2018). Menurut Kementerian Pertanian (2019), persyaratan teknis minimal pupuk organik cair diacu pada Tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik Cair.

NO	PARAMETER	SATUAN	STANDAR MUTU
1	pH	-	4-9
2	N	%	2-6%
3	P ₂ O ₅	%	2-6%
4	K ₂ O	%	2-6%
5	C-organik	%	≥ 10%
6	N-organik	%	≥ 0,5%
7	Fe total	ppm	90-900
8	Mn	ppm	25-500
9	Cu	ppm	25-500
10	Zn	ppm	25-500
11	B	ppm	12-250
12	Mo	ppm	2-10
13	E-coli	CFU/mL	< 1x10 ²
14	Salmonella sp.	CFU/mL	< 1x10 ²
15	As	ppm	≤ 5
16	Ag	ppm	≤ 0,2
17	Pb	ppm	≤ 5
18	Cd	ppm	≤ 1
19	Cr	ppm	≤ 40
20	Ni	ppm	≤ 10
21	Na	ppm	≤ 2000
22	Cl	ppm	≤ 2000

B. Berenuk (*Crescentia cujete* L.)

Berenuk (*Crescentia cujete* L.) memiliki sinonim nama lokal berenuk, yakni tabu kayu (Melayu), berenuk (Jawa), bila balanda (Makasar), buah no (Ternate), sikadel, sekopal, majapait (Indonesia) (Atmodjo, 2019). Tanaman berenuk atau yang biasa disebut dengan *Calabash Tree*, merupakan sebuah spesies tanaman berbunga yang berasal dari Amerika Tengah ataupun Selatan, namun sudah tersebar luas di beberapa tempat di Afrika dan Asia Tenggara (Rellin dkk., 2018). Menurut ITIS (2020), taksonomi berenuk adalah sebagai berikut:

Kerajaan : Plantae (tanaman)
 Divisi : Tracheophyta (tumbuhan vaskular)
 Subdivisi : Spermatophytina (tumbuhan berbiji)
 Kelas : Magnoliopsida
 Bangsa : Lamiales
 Suku : Bignoniaceae
 Marga : *Crescentia* L.
 Jenis : *Crescentia cujete* L. (calabash tree)

Tanaman ini termasuk tanaman berkayu kuat putih kehitaman, dengan tinggi sekitar 6 – 10 m. Buah berenuk termasuk buah tunggal dengan kulit buah yang keras dan kuat. Buah berenuk muda berwarna hijau dan buah berenuk tua berwarna hijau kekuningan serta memiliki bintik hitam. Umumnya buah berenuk berbentuk bulat besar, serta di dalamnya memiliki buah dengan biji berukuran kecil menempel pada buah. Buah berenuk memiliki ukuran sekitar ± 2 kg (Maryana. 2015).

Buah dan biji kecil ini sering dimanfaatkan sari buahnya. Bunga berenuk menempel pada batang dan ranting. Daun berenuk majemuk, menyirip, lonjong, bertepi rata, ujung daun membulat, pangkal daun

meruncing, dan bertangkai pendek (Maryana. 2015). Penampakan tanaman berenuk dapat dilihat pada Gambar 1 sampai 5.



Gambar 1. Pohon Berenuk (*Crescentia cujete* L.)



Gambar 2. Bagian dari Batang Berenuk (*Crescentia cujete* L.)



Gambar 3. Bagian dari Daun Berenuk (*Crescentia cujete* L.)



Gambar 4. Bagian dari Bunga Berenuk (*Crescentia cujete* L.)



Gambar 5. Bagian dari Buah Berenuk (*Crescentia cujete* L.)

Tanaman berenuk umumnya bermekaran selama bulan Juni, dan buah buahnya tumbuh serta matang perlahan-lahan ketika masih berada di pohon selama 6 - 7 bulan. Selama musim ini, buah berenuk terjadi perubahan warna dari hijau menjadi kuning, dan umumnya dipanen pada musim kering mulai dari bulan Desember hingga Mei (Theis dkk., 2017). Buah berenuk berbentuk bulat dengan kulit buah keras, posisi menggantung atau terjumbai, plasenta buah besar sehingga mengisi seluruh rongga buah, buah berdaging dan berair serta terdapat biji buah di dalam buah yang menempel pada daging buah (Backer dan Van den Bruink, 1960).

Sari buah berenuk (*Crescentia cujete* L.) memiliki kandungan niasin, thiamin, vitamin (A, C, dan E), karbohidrat, tanin, polifenol, flavonoid, riboflavin, alkaloid, saponin, dan beberapa jenis mineral. Sari buah berenuk bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman karena mengandung senyawa alkaloid karena memiliki unsur nitrogen. Unsur nitrogen ini dapat dijadikan sebagai pupuk organik cair yang dapat meningkatkan pertumbuhan akar, daun, batang dan zat hijau daun (Maryana, 2015). Proses pembuatan sari buah berenuk yaitu buah berenuk berwarna kekuningan dan keras yang sudah matang dibelah. Daging buah dicacah dan dimasak hingga berubah warna menjadi hitam,

selanjutnya didinginkan dan diperas sehingga diperoleh sari buah berenuk (Krisna dkk., 2022).

C. Tulang Ayam

Tulang ayam menyebabkan pencemaran lingkungan karena banyak sekali dijumpai tulang ayam yang terbuang begitu saja karena sisa makanan ini belum diolah secara optimal. Kandungan tulang ayam yaitu kalsium dan magnesium, dimana unsur tersebut merupakan unsur hara makro yaitu unsur hara yang mutlak dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak dan diharapkan dapat meningkatkan pH tanah. Kandungan organik tulang terdiri dari kadar air 45%, abu 25%, protein 20% dan lemak 10%. Kandungan anorganik tulang terdiri dari kalsium 24-30% dan fosfor 12-15%. Kadar N, P dan K pada pupuk organik berpengaruh karena penambahan tulang ayam (First dkk., 2019).

Komposisi kimiawi penyusun tulang tergantung status, umur dan makanan hewan, dimana berdasarkan persentase terdiri dari 69%. Komponen anorganik, 22% matrik organik dan 9% air (First dkk., 2019). Tulang ayam yang digunakan tidak terkontaminasi oleh bakteri dan jamur agar tidak mempengaruhi hasil tepung tulang. Proses pembuatan tepung tulang ayam dimulai dengan mengumpulkan tulang, kemudian dibersihkan. Tulang ayam di potong kecil dan direbus selama 15 menit dengan temperatur 100⁰ C (Mulyaningsih, 2013).

Tulang ayam direndam menggunakan HCl 0,8% selama 6 jam. Tulang ayam yang sudah direndam dibersihkan dengan air sebanyak 5 kali. Tulang ayam dikukus menggunakan press cooker pada tekanan 2 atm selama 2 jam.

Tulang ayam dioven selama 5 jam dengan suhu 105⁰ C. Langkah selanjutnya digiling dan diblender untuk menghasilkan tepung tulang ayam (Mulyaningsih, 2013).

Tepung tulang yang baik yaitu mudah dilarutkan dan kandungannya di dalamnya memenuhi syarat serta tidak berjamur atau busuk (Maulida dkk., 2016). HCl 0,8% dapat menguraikan atau melunakkan tulang ayam (Mulyaningsih, 2013). Berdasarkan penelitian Ramadhan (2018), gambar tulang ayam bagian paha, sayap, ceker dan dada dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tulang Ayam Bagian Paha, Sayap, Ceker dan Dada (Ramadhan, 2018).

D. Ikan Lele

Menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan (2021), tingkat konsumsi ikan lele di Indonesia mencapai 1.060.000.00 ton. Tingginya tingkat konsumsi ikan lele menyebabkan banyaknya sisa tulang lele, jeroan lele dan kepala lele. Menurut Muhidin (2020), komposisi gizi dari ikan lele yaitu kandungan protein (17,7%), lemak (4,8 %), mineral (1,2 %), dan air (76 %). Kandungan ikan lele yaitu kalsium fosfat (58,3%), kalsium karbonat (1,0%), magnesium fosfat (2,1%), kalsium florida (1,9%) dan protein (30,6%). Fosfor 3,15%. Kandungan pada ikan lele ini dapat dijadikan bahan organik dalam pembuatan pupuk organik untuk meningkatkan unsur hara pada tanaman.

Fosfor merupakan penyusun struktur asam nukleat kompleks tumbuhan, yang mengatur protein perpaduan, dimana dapat meningkatkan pertumbuhan akar dan mempercepat kematangan tanaman (Muhidin, 2020). Ikan lele yang digunakan dalam pembuatan tepung ikan lele tidak busuk dan tidak terkontaminasi oleh bakteri dan jamur. Proses pembuatan tepung tulang ikan dimulai dengan mengumpulkan tulang, kemudian dibersihkan. Ikan lele (kepala, jeroan, tulang) dikukus menggunakan press cooker selama 1 jam dengan suhu 50°C . Ikan lele dikeringkan di bawah sinar matahari hingga kadar air 8% selama 1-2 hari, kemudian digiling dan diayak (Utomo dkk., 2013).

Tepung tulang yang baik yaitu mudah dilarutkan dan kandungannya didalamnya memenuhi syarat serta tidak berjamur atau busuk (Maulida dkk., 2016). HCl 0,8% dapat menguraikan atau melunakkan tulang ayam (Mulyaningsih, 2013). Menurut Yuniarti dkk. (2021), ikan lele dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Ikan Lele (Yuniarti dkk., 2018).

E. Gula Jawa

Menurut Badan Pusat Statistik (2021), bahwa produksi kelapa di Indonesia mencapai 2.853.30 ton, dimana tingginya tingkat produksi kelapa ini dapat menghasilkan gula jawa yang banyak. Gula jawa dapat digunakan sebagai bahan pupuk organik karena menghasilkan gas O_3 , dimana dapat meningkatkan pertumbuhan. Kandungannya yaitu unsur hara esensial seperti

nitrogen, fosfor, kalium dalam bentuk ekoenzim yang sangat dibutuhkan oleh tanaman. Gula jawa ini digunakan sebagai sumber glukosa yang akan digunakan oleh mikroorganisme pada EM4 sebagai sumber energinya (Nurchahyo dkk., 2015). Berdasarkan penelitian Chandra dan Supatman (2018), gula jawa dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Gula Jawa Asli (Chandra dan Supatman, 2018).

F. Serabut Kelapa

Menurut Badan Pusat Statistik (2021), produksi kelapa di Indonesia mencapai 2.853.30 ton. Tingginya tingkat produksi ini menghasilkan serabut kelapa yang tinggi sehingga dapat mencemari lingkungan jika tidak diolah dengan baik. Menurut Melani dkk. (2021), serabut kelapa merupakan bagian terluar dari buah kelapa yang membungkus tempurung. Serabut kelapa bisa digunakan sebagai bahan untuk pembuatan pupuk organik cair, karena didalam Serabut kelapa terdapat unsur hara makro dan mikro. Kandungan unsur hara yang terdapat dalam serabut kelapa, yaitu air 53,83%, nitrogen 0,28%, fosfor 0,1 ppm, kalium 6,726 ppm, kalsium 140 ppm, dan magnesium 170 ppm.

Komposisi kimia serabut kelapa terdiri atas selulosa, lignin, pyroligneous acid, gas, arang, ter, tanin, dan potasium (Melani dkk., 2021). Serabut kelapa yang digunakan yaitu bagian terluar kelapa tua yang tidak terkontaminasi oleh jamur. Serabut kelapa diambil dari bagian terluar kelapa yang tua, kemudian

dibersihkan. Serabut kelapa dicacah menjadi kecil dan dikeringkan di bawah matahari hingga kering. Serabut yang sudah kering dihaluskan dan diayak (Khaliriu, 2020).

Proses dekomposisi dimulai dari proses penghancuran oleh serangga kecil terhadap tumbuhan dan sisa bahan organik mati menjadi ukuran yang lebih kecil dilanjutkan dengan proses biologi oleh bakteri dan fungi untuk menguraikan partikel-partikel organik (Aarden, 2020). Serabut kelapa memiliki bakteri didalamnya yaitu *Klebsiella* sp., *Pseudomonas* sp., *Citrobacteri* sp., *B. Circularis*, *B. megaterium* dan *B. Firmus* (Dharma dkk., 2018). Kandungan lignin (31%) dan selulosa (27%) yang tinggi ini butuh waktu puluhan tahun untuk terurai namun dibandingkan dengan tiulang ayam dan tulang ikan lele serabut kelapa lebih cepat terurai (Sari, 2015). Berdasarkan penelitian Indahyani (2011), serabut kelapa dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Serabut Kelapa (Indahyani, 2011).

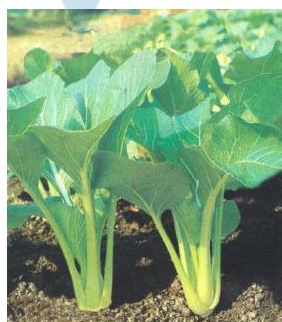
G. Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.)

Sawi hijau berasal dari Tiongkok dan Asia Timur. Tanaman sawi berasal dari kerajaan plantae, divisi Spermatophyta, subdivisi Angiospermae, kelas Dicotyledonae, bangsa oadales (Brassicales), suku Cruciferae (Brassicaceae), marga Brassica dan jenisnya yaitu *Brassica juncea* L. Daun sawi berbentuk lonjong, tidak berbulu (halus) dan tidak berkrop. Batang sawi

berbentuk pendek dan beruas serta memiliki akar serabut sehingga mudah menyerap air dan unsur hara. Tanaman sawi memiliki tangkai bunga yang bercabang (Oktabriana, 2017).

Sawi hijau termasuk ke dalam jenis kubis-kubisan atau Cruciferae. Sawi hijau dapat hidup pada dataran rendah ataupun dataran tinggi dan dapat hidup pada kondisi tanah dan iklim yang ekstrim. Sawi hijau panen pada umur 1 bulan setelah penanaman (Oktabriana, 2017). Masyarakat menjadikan sawi sebagai bahan makanan karena kandungan gizinya tinggi dan bernilai ekonomis (Istarofah dan Salamah, 2017). Sawi membutuhkan NPK sebanyak 5 mL/tanaman (Siaga dan Lakitan, 2021).

Sawi hijau selain menjadi bahan makanan dapat juga sebagai bahan pengobatan. Kandungan sawi hijau yaitu vitamin A, vitamin B, vitamin C, vitamin E, vitamin K, karbohidrat, protein, lemak tidak jenuh, besi, lemak, fosfor, kalium, mangan, folat, teptofon, magnesium, kalsium (Nasir dan Jasmi, 2022). Sawi hijau sangat dibutuhkan pembudidayaan yang baik untuk meningkatkan produksi (Oktabriana, 2017). Menurut Muliatama (2012), sawi hijau dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) (Muliatama, 2012).

H. Pupuk Organik Cair Merk Nasa

Pertanian, peternakan dan perikanan saat ini banyak menggunakan formula pupuk organik cair NASA. Pupuk organik cair NASA ini berfungsi dalam peningkatan kualitas dan kuantitas produksi tumbuhan. Tanah menjadi lebih subur karena mengurangi pemakaian pupuk non-organik sehingga menjaga kelestarian lingkungan. Kandungan yang terdapat pada pupuk organik cair (NASA) adalah nitrogen (N) 0.12 %, fosfor (P₂O₅) 0.03 %, kalium (K) 0.31 %, kalsium (Ca) 60.40 ppm, belerang (S) 0.12 %, magnesium (Mg) 16.88 ppm, klorin (Cl) 0.29 %, mangan (Mn) 2.46 ppm, besi (Fe) 12.89 ppm, tembaga (Cu) < 0.03 ppm, seng (Zn) 4.71 ppm, natrium (Na) 0.15 %, boron (B) 60.84 ppm, silikon (Si) 0.01 %, kobalt (Co) < 0.05 ppm, aluminium (Al) 6.38 ppm, natrium klorida (NaCl) 0.98 %, selenium (Se) 0.11 ppm, arsen (As) 0.11 ppm, kromium (Cr) < 0.06 ppm, molybdenum (Mo) < 0.2 ppm, vanadium (V) < 0.04 ppm, sulfat (SO₄) 0.35 %, C/N ratio 0.86 %, pH 7.5, lemak 0.44 %, protein 0.72 % (Hutubessy, 2013). Berdasarkan penelitian Hutubessy (2013), pupuk organik cair bermerek Nasa dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Pupuk Organik Cair Bermerek Nasa (Hutubessy 2013).

I. Effective Microorganism 4 (EM4)

Effective Microorganism 4 (EM4) adalah kombinasi dari berbagai mikroorganisme yang menguntungkan dalam fermentasi. Mikroorganisme yang

terdapat di dalam EM4 berjumlah sekitar 80 jenis. Golongan mikroorganisme yang pokok adalah bakteri fotosintetik yang terdiri dari *Lactobacillus sp*, *Streptomices sp*, ragi (*yeast*), dan *Actinomicetes* (Meriatna dkk., 2018).

Menurut Meriatna, dkk. (2018), EM4 biasanya akan lebih efisien jika terlebih dahulu ditambahkan bahan organik yang berupa pupuk organik ke dalam tanah. Kelebihan dari EM4 yaitu dalam pembentukan pupuk organik lebih cepat dan peningkatan kualitas pupuk. EM4 juga dapat memperbaiki struktur tanah menjadi lebih baik dan menyuplai unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Berdasarkan penelitian Meriatna (2018), EM4 dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12.EM4 (Meriatna, 2018).

J. Hipotesis

1. Kadar nitrogen, fosfor dan kalium pada pupuk organik cair dari tulang ayam dengan kombinasi sari buah berenuk (*Crescentia cujete L.*), ikan lele dan serabut kelapa berkisar 2-6 %.
2. Perlakuan terbaik pada pupuk organik cair dari tulang ayam dengan kombinasi sari buah berenuk (*Crescentia cujete L.*), ikan lele dan serabut kelapa terhadap pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea L.*) adalah P2 yaitu campuran sari buah berenuk dengan kombinasi tulang ayam, ikan lele dan serabut kelapa serta berpotensi dalam meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman sawi, luas daun, jumlah daun, berat segar sawi.