

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA BERPIKIR, DAN HIPOTESIS

2.1 Tinjauan pustaka

Kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir) adalah tanaman semusim yang merupakan sayuran daun yang enting di kawasan Asia Tenggara dan Asia Selatan. Tanaman kangkung berasal dari India, yang kemudian menyebar ke Malaysia, Birma, Indonesia, Cina Selatan, Australia dan Afrika. Kangkung juga dikenal sebagai *water spinach*, *swamp cabbage* dan *water convovulus* (Kusnanto dan Suryani, 2023).

2.1.1 Klasifikasi dan morfologi kangkung darat

Menurut Anggara (2009), sistematika (taksonomi) tanaman kangkung darat termasuk ke dalam klasifikasi sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Superdivisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Sub-Kelas	: Asteridae
Ordo	: Solanales
Familia	: Convolvulaceae
Genus	: Ipomoea
Spesies	: <i>Ipomoea reptans</i> Poir.

Tanaman kangkung darat memiliki akar yang menyebar ke segala arah dan dapat menembus tanah sampai kedalaman 60-100 cm dan melebar secara mendatar pada radius ± 150 cm, terutama pada jenis kangkung air (Rukmana, 2007). Batang tanaman kangkung berbentuk bulat dan berlubang, berbuku-buku, banyak mengandung air (herbacious), dari buku-bukunya mudah sekali keluar akar. Daun kangkung memiliki tangkai daun yang melekat pada buku-buku batang dan di ketiak daunnya terdapat mata tunas yang dapat tumbuh menjadi percabangan baru

bentuk daun umumnya runcing, permukaan daun bagian atas berwarna hijau tua dan permukaan bagian bawah berwarna hijau muda (Djuariah, 2007).

Selama fase pertumbuhannya tanaman kangkung dapat berbunga, berbuah, dan berbiji terutama jenis kangkung darat. Bunga pada tanaman kangkung memiliki bentuk seperti terompet dan daun mahkota bunga berwarna putih atau merah lembayung (Maria, 2009). Perbedaan antara kangkung darat dan kangkung air terletak pada warna bunga. Kangkung air berbunga putih kemerah-merahan sedangkan kangkung darat berbunga putih bersih (Sunardi, Adimihardja dan Mulyaningsih, 2013).

Buah kangkung berbentuk bulat telur yang berisikan tiga butir biji. Bentuk buah kangkung seperti melekat dengan bijinya. Warna buah hitam jika sudah tua dan hijau ketika muda. Buah kangkung berukuran sekitar 10 mm dan umur buah kangkung tidak lama sekitar 3-5 hari. Bentuk biji kangkung bersegi-segi atau tegak bulat. Berwarna cokelat atau kehitam-hitaman, dan termasuk biji berkeping dua. Pada kangkung darat biji berfungsi sebagai alat perbanyakan tanaman secara generatif (Maria, 2009).

Selain sebagai sumber makanan yang kaya akan serat, kangkung juga mengandung beta karoten yang tinggi sehingga baik dalam menjaga sel-sel mata dari kerusakan. Beta karoten adalah bahan baku vitamin A dalam tubuh. Selain itu juga kangkung memiliki banyak manfaat untuk kesehatan seperti mencegah anemia, mengatasi konstipasi dan meningkatkan imun tubuh.

2.1.2 Syarat tumbuh kangkung darat

Menurut Sunardi dkk., (2013) kangkung dapat tumbuh hampir di semua tempat di daerah tropis, mulai dari dataran rendah sampai ketinggian 2.000 meter dpl terutama lahan yang terbuka (mendapat sinar matahari langsung). Tanaman kangkung membutuhkan tanah yang banyak mengandung lumpur (untuk kangkung air) dan tanah yang subur atau gembur serta mengandung banyak bahan organik (untuk kangkung darat).

Tanaman kangkung darat dapat tumbuh dengan baik sepanjang tahun. Kangkung darat dapat tumbuh pada daerah yang beriklim panas maupun dingin. Suhu yang cocok untuk tanaman kangkung yaitu berkisar antara 20°C sampai 28°C

dan kelembapan di atas 60%. Pada musim hujan tanaman kangkung pertumbuhannya sangat cepat dan subur. Kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir.) dapat tumbuh secara optimum di dataran rendah sampai dataran tinggi ± 2.000 meter di atas permukaan laut (mdpl). Baik kangkung darat maupun kangkung air, kedua varietas tersebut dapat tumbuh di mana saja (Anggara, 2009).

2.1.3 *Azolla pinnata*

Klasifikasi *Azolla pinnata* menurut Sudjana (2014) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Pteridophyta
Kelas	: Pteridopsida
Ordo	: Salviniiales
Famili	: Salviniaceae
Genus	: <i>Azolla</i>
Spesies	: <i>Azolla pinnata</i>

Azolla pinnata merupakan jenis tanaman ganggang atau paku air yang ditemukan di alam dalam ukuran yang relatif kecil, memiliki panjang 1,5-2,5 cm. Tipe perakaran yang dimiliki oleh *Azolla pinnata* yaitu akar lateral dimana bentuk akar adalah runcing atau tajam terlihat seperti rambut atau bulu yang berada di atas air. Memiliki bentuk daun berukuran kecil dengan panjang sekitar 1-2 mm dengan posisi daun yang saling bertindihan. Warna pada permukaan daun berwarna hijau, coklat atau kemerah-merahan dan pada permukaan bawah daun berwarna coklat transparan. Pengaruh musim dan sinar matahari dapat menyebabkan perubahan warna pada *Azolla* karena adanya produksi antosianin. Pada akhir musim panas dan musim semi *Azolla* sering menunjukkan warna kemerah-merahan (Sudjana, 2014).

Menurut Arifin dan Amik (2009) terdapat beberapa jenis *azolla* yang tumbuh bebas, di antaranya: *A. filiculoides*, *A. caroliniana*, *A. Mexicana*, *A. microphylla*, *A. pinnata* var *pinnatan* dan *imbricata*. Jenis *azolla* yang banyak berkembang di Indonesia adalah spesies *A. pinnata* dan *A. Microphylla*. Menurut Djojosoewito (2000) daun *Azolla microphylla* tebal, berwarna hijau muda dengan tepi hijau agak pucat, pertumbuhannya tumpang tindih dan membentuk gugusan dengan ketebalan 1-3 cm serta memiliki jumlah spora yang banyak, sedangkan pada

Azolla pinnata daunnya tipis berwarna hijau dengan tepi kebiru-biruan, pertumbuhannya berhimpitan dengan tepi daun saling melekat dan memiliki jumlah spora yang sedikit.



Gambar 1. Kenampakan fisik *Azolla pinnata* dan *Azolla microphylla*
(Sumber: Mantang, Martin dan Kolondam, 2018)

Keterangan: (a) kenampakan *Azolla pinnata*; (b) kenampakan *Azolla microphylla*

Azolla hidup bersimbiosis dengan endofitik *Cyanobacteria* atau biasa dikenal sebagai *Anabaena azollae*, simbiosis tersebut terdapat di dalam rongga daun azolla. Di dalam rongga daun azolla terdapat rambut-rambut epidermal yang berperan dalam metabolisme azolla dengan *Anabaena azollae* bakteri tersebut berada pada posisi ventral lobus dorsal setiap daun vegetatif dan masuk melalui ujung titik tumbuh. Bakteri memfiksasi nitrogen di atmosfer dan terdapat di bagian dalam jaringan azolla. Fiksasi N_2 atmosfer terjadi dengan bantuan enzim nitrogenase dan ATP yang berasal dari peredaran fosforilasi. Selanjutnya N bebas akan dikonversi menjadi senyawa ammonium (NH_4^+), proses tersebut berlangsung di dalam sel heterosis yang berbentuk oval (Sudjana, 2014).

Azolla pinnata dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik karena mengandung banyak unsur N dan biomasnya cepat berkembang di kondisi air yang dangkal. Aplikasi azolla dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu dapat dalam bentuk segar ditanamkan ke dalam tanah, dikomposkan terlebih dahulu atau dikeringkan sebagai pupuk organik maupun pupuk hijau. Kegunaan azolla adalah sebagai sumber N yang dapat mengganti pupuk urea, dapat dijadikan pakan ternak/hijauan, pakan ikan, pakan unggas, dapat menekan pertumbuhan gulma dan penyakit tanaman (Setiawati dkk., 2019).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Dewi (2007) *Azolla pinnata* memiliki berbagai unsur hara antara lain N, P, Si, Ca, Fe, Mg, Zn hingga Mn. Kandungan unsur kimia pada *Azolla pinnata* seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan unsur kimia pada *Azolla pinnata*

Unsur kimia	Jumlah
N	1,96-5,30 (%)
P	0,16-1,59 (%)
K	0,31-5,97 (%)
Ca	0,45-1,70 (%)
Mg	0,22-0,66 (%)
S	0,22-0,73 (%)
Si	0,16-3,35 (%)
Na	0,16-1,31 (%)
Cl	0,62-0,90 (%)
Al	0,04-0,59 (%)
Fe	0,04-0,59 (%)
Mn	66 – 2.944 (ppm)
Co	0,264 (ppm)
Zn	26 - 989 (ppm)

Sumber: Dewi (2007)

2.1.4 Kompos *Azolla pinnata*

Kompos adalah salah satu jenis pupuk organik buatan manusia yang dibuat dari proses pembusukan sisa-sisa makhluk hidup baik tanaman maupun hewan. Menurut Mahmudah, Koesriharti dan Nawawi (2017) kompos merupakan bahan organik yang diuraikan oleh mikroorganisme dan satwa tanah sehingga menghasilkan humus atau bahan organik. Bahan-bahan organik tersebut dapat berupa dedaunan, rumput, jerami, sisa-sisa ranting dan dahan, kotoran hewan dan lainnya. Proses pengomposan dapat dilakukan secara aerob maupun anaerob.

Sumber bahan yang layak dijadikan pupuk organik harus memiliki pertumbuhan dan perkembangbiakan yang cepat, mempunyai kandungan hara nitrogen yang cukup tinggi, cepat dan mudah terdekomposisi, mempunyai perbandingan C/N ratio yaitu 10 sampai 12, kemampuan menyerap air lebih besar serta tidak mengandung logam berat (Pasaribu, 2009).

Azolla dapat digunakan sebagai bahan organik karena memiliki kandungan unsur hara yang tinggi. Kompos *azolla* adalah pupuk organik yang dapat

menghemat penggunaan pupuk anorganik serta membantu memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah sehingga dapat bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman (Mahmudah dkk., 2017). Menurut Putra, Soenaryo dan Tyasmoro (2013) kompos azolla memiliki C/N ratio rendah sehingga mudah dan cepat termineralisasi unsur haranya di dalam tanah. Ketika proses mineralisasi berjalan lancar maka kebutuhan unsur hara N pada tanaman akan terpenuhi.

Kompos azolla dapat digunakan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman karena mengandung banyak unsur hara makro dan mikro. Penggunaan kompos azolla dapat memberikan manfaat yaitu sebagai penyedia unsur hara makro maupun mikro bagi tanaman, menggemburkan tanah, memudahkan pertumbuhan akar tanaman, daya serap air ditingkatkan, dan ramah lingkungan (Pasaribu, 2009). Kandungan unsur hara Nitrogen (N) pada kompos Azolla yaitu sebesar 2,55%-3,95%; unsur hara Fosfor (P) 0,35%-0,85% dan unsur hara Kalium (K) 1,80%-3,90% (Sambodo, Sudadai dan Sumarno., 2014).

2.1.5 Pupuk NPK

Pupuk NPK merupakan pupuk anorganik buatan manusia dengan proses kimia, fisik, biologis dan merupakan hasil industri atau pabrik. Pupuk NPK merupakan salah satu pupuk majemuk yang memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro. Jenis pupuk ini biasa ditemukan dalam bentuk butiran atau granul. Pupuk NPK merupakan pupuk majemuk karena mengandung lebih dari satu unsur hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium. Penggunaan pupuk NPK sangat baik untuk mendukung masa pertumbuhan tanaman dan berperan penting bagi perkembangan tanaman secara keseluruhan baik vegetatif dan generatif tanaman (Gede, Astiari dan Sulistiawati, 2021).

Menurut Firmansyah, Syakir dan Lukman (2017) pupuk yang mengandung unsur N, P, dan K sangat dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang relatif banyak, oleh karena itu ketiga unsur hara tersebut harus dalam keadaan tersedia bagi tanaman sesuai kebutuhan tanaman. Apabila unsur N, P dan K tidak tersedia maka perkembangan tanaman akan terhambat. Sebaliknya, jika unsur N, P dan K tersedia terlalu banyak maka dapat menyebabkan pertumbuhan vegetatif tanaman yang berlebihan sehingga dapat mengurangi hasil.

Pupuk NPK berbentuk padat dan mempunyai sifat lambat larut sehingga diharapkan dapat mengurangi kehilangan hara melalui pencucian, penguapan dan pengikatan menjadi senyawa yang tidak tersedia bagi tanaman (Ariani, 2009). Menurut PT Meroke Tetap Jaya (2019) NPK Mutiara 16-16-16 mengandung kombinasi dari 16% Nitrogen atau N (terdiri dari 6,5% Nitrat-N dan 9,5% Amonium-N), 16% Fosfat atau P_2O_5 dan 16% Kalium atau K_2O , 0,5% Magnesium (MgO), dan 6% Kalsium (CaO).

Nitrogen tidak tersedia dalam bentuk mineral alami seperti unsur hara lainnya. Nitrogen diserap oleh tanaman dalam bentuk ion nitrat (NO_3^-) dan ion amonium (NH_4^+) juga dapat terjadi melalui bentuk senyawa organik dengan bobot molekul rendah seperti asam amino (Mastur, Syafaruddin dan Syakir, 2015). Kandungan fosfor dalam pupuk ini dinyatakan dalam bentuk ortofosfat ($H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} , dan PO_4^{3-}) yang disebut P-tersedia. Fosfor berperan dalam merangsang pertumbuhan akar terutama pada awal pertumbuhan, pembelahan sel, mempercepat proses pematangan buah, pembentukan bunga, perbaikan kualitas tanaman, dan sebagai pengangkut energi hasil metabolisme dalam tanaman (Erisa, Munawar dan Zuraida, 2018). Kalium diserap oleh tanaman dalam bentuk ion K^+ , kalium memiliki peran dalam pembentukan pati, translokasi gula, perkembangan klorofil, menambah ketahanan terhadap serangan penyakit (Syahrani, 2014).

2.2 Kerangka pemikiran

Tumbuhan *Azolla* sp. memiliki kemampuan untuk mengikat nitrogen dari udara dengan bantuan *Cyannobacteria* sehingga dapat menyediakan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman dan merupakan bahan organik yang dapat ditambahkan ke dalam tanah. Dengan kemampuan mengikat nitrogen dari udara sehingga penggunaan kompos *Azolla pinnata* diasumsikan dapat dijadikan salah satu sumber nitrogen untuk budidaya tanaman kangkung. Berdasarkan hasil penelitian Putri, Sebayang dan Sumanri (2013), kandungan unsur hara yang dimiliki azolla yaitu N: 3,91%, P: 0,30%, K: 0,65%, C/N: 6 dan bahan organik. Berdasarkan kandungan tersebut aplikasi kompos *Azolla pinnata* mampu membantu pengemburan tanah, menjadikan tempat hidup lebih baik untuk

mikroorganisme tanah, dan menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman khususnya unsur hara nitrogen.

Kangkung darat merupakan tanaman yang dimanfaatkan bagian vegetatifnya sehingga membutuhkan unsur hara dengan jumlah yang cukup banyak untuk menunjang pertumbuhan dan pembentukan bagian vegetatifnya. Unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan vegetatif tanaman salah satunya yaitu unsur nitrogen. Nitrogen dalam bagian tanaman dijumpai dalam bentuk anorganik yang bergabung dengan unsur C, H dan O membentuk asam amino, enzim, asam nukleat dan klorofil sehingga dapat meningkatkan laju fotosintesis (Nuraeni, Khairani dan Sulistiawati, 2019). Dengan meningkatnya laju fotosintesis maka dapat meningkatkan kandungan karbohidrat pada tanaman yang mana karbohidrat dimanfaatkan oleh tanaman untuk melakukan pembelahan sel sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Karbohidrat hasil fotosintesis bersama dengan lemak dan protein akan melalui proses glikolisis pada siklus krebs dalam organel mitokondria yang nantinya menjadi energi berupa ATP (adenosine trifosfat). ATP berfungsi sebagai energi bagi sel untuk melakukan metabolisme sehingga terjadi pembelahan sel yang mengakibatkan penambahan ukuran bagian tanaman (Nandy, 2021).

Kebutuhan unsur nitrogen tidak hanya dipenuhi oleh pupuk organik tetapi harus ditunjang oleh pupuk anorganik, karena pupuk anorganik memiliki kandungan unsur hara yang tinggi dan larut dalam air sehingga mudah diabsorpsi akar tanaman, dan bersifat *fast release* atau cepat tersedia di tanah (Krishnamurti dkk., 2021). Salah satu pupuk anorganik yang dapat digunakan untuk budidaya tanaman kangkung yaitu NPK 16:16:16. Unsur N, P dan K memiliki fungsi masing-masing yang sama pentingnya bagi pertumbuhan tanaman, baik fase vegetatif maupun fase generatif (Gulo, Marpaung dan Manurung, 2020). Ketiga unsur tersebut memiliki peran dalam proses metabolisme tanaman yang menunjang pertumbuhan. Peran unsur hara N yaitu penyusun asam amino dan struktur klorofil. Unsur P berperan dalam proses fotosintesis, respirasi, transfer unsur, pembelahan dan perbesaran sel serta pertumbuhan akar. Unsur K berperan dalam proses

membuka dan menutup stomata, membantu transportasi hara dari akar ke daun serta proses kerja enzim pertumbuhan (Poerwanto dan Susila, 2014).

Pemberian takaran pupuk pada proses budidaya harus diperhatikan. Takaran pupuk yang tidak tepat dapat menyebabkan masalah seperti kekurangan atau kelebihan unsur hara. Kekurangan unsur hara akan menghambat jalannya metabolisme pada tanaman sehingga pertumbuhan dan perkembangan tanaman terganggu, sementara kelebihan unsur hara akan mengakibatkan keracunan unsur hara dan mengakibatkan pertumbuhan yang tidak normal (Purba dkk., 2021). Berdasarkan hasil penelitian Qohar dkk, (2021) pemberian dosis pupuk kompos organik sebesar 30 t/ha dan penambahan *Azolla* sebesar 30% dari pupuk organik dapat digunakan untuk mencapai pertumbuhan rumput raja yang terbaik.

Hasil penelitian dari Lestari dkk., (2020) menunjukkan bahwa kombinasi *Azolla mycrophylla* dan pupuk urea dengan dosis urea 0,25 g/polybag dan *Azolla* segar 23,8 g/polyabag berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman pakchoy. Selain itu menurut hasil penelitian Ahdi, Salman dan Sukmasari (2021), menyatakan bahwa kombinasi *Azolla* sp. 8 t/ha dan pupuk N 200 kg/ha berpengaruh nyata terhadap parameter pertumbuhan tanaman pakcoy. Berdasarkan hasil penelitian Hadiyah dkk. (2023) menyatakan bahwa aplikasi kompos *azolla* secara mandiri berpengaruh terhadap luas daun, kadar klorofil, bobot bagian atas tanaman, bobot bagian akar, indeks panen dan bobot brangkasan segar tanaman selada dengan takaran terbaik pada 20 t/ha. Sejalan dengan penelitian Prabowo, Setyowati dan Sumardi (2022) menyatakan bahwa aplikasi kompos *Azolla pinnata* dengan dosis 6 t/ha berpengaruh nyata terhadap seluruh variabel yang diamati kecuali lebar daun dan bobot segar akar tanaman kangkung.

Sejalan dengan hal tersebut, pemberian kombinasi pada takaran pupuk organik dan anorganik pada komoditas yang berbeda menghasilkan adanya respon yang baik pada pertumbuhan tanaman, sehingga kombinasi takaran kompos *Azolla pinnata* dan pupuk NPK 16:16:16 diasumsikan dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kangkung darat.

2.3 Hipotesis

Berdasarkan uraian tersebut dapat dikemukakan hipotesis sebagai berikut :

1. Kombinasi takaran kompos *Azolla pinnata* dan pupuk NPK 16:16:16 berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kangkung darat.
2. Terdapat salah satu kombinasi takaran kompos *Azolla pinnata* dan pupuk NPK 16:16:16 yang berpengaruh paling baik terhadap pertumbuhan tanaman kangkung darat.