

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pengolahan tanah jangka panjang, penanaman monokultur dan penggunaan bahan kimia secara terus-menerus menyebabkan tanah pertanian terdegradasi (Crystal-Ornelas *et al.*, 2021; Derpsch *et al.*, 2024) sehingga tanah lebih rentan terhadap perubahan iklim (Derpsch *et al.*, 2024).

Perubahan iklim telah meningkatkan frekuensi kekeringan yang merupakan salah satu bahaya terbesar yang mempengaruhi pertanian dan mengurangi hasil panen secara global (Ali *et al.*, 2024). Kekeringan musiman atau kekeringan kilat ditandai dengan kekurangan air jangka pendek yang terjadi secara berkala (dari dua hingga empat minggu) di lapisan tanah dangkal akibat suhu tinggi dan curah hujan rendah (He *et al.*, 2022). Oleh karena itu, pengelolaan yang tepat sangat penting bagi produktivitas pertanian untuk mengurangi kekeringan musiman, sehingga memerlukan strategi untuk mengurangi stres air, meningkatkan efisiensi penggunaan air, dan meningkatkan produktivitas pertanian.

Ketahanan agroekosistem melalui peningkatan kesehatan tanah dan keanekaragaman hayati telah diidentifikasi sebagai solusi utama untuk mengurangi dampak buruk perubahan iklim atau stress kekeringan terhadap tanah (Basche *et al.*, 2020). Peningkatan kecil dalam keanekaragaman hayati agroekosistem telah terbukti memicu peningkatan besar dalam layanan ekosistem, seperti membangun komunitas biologis yang bermanfaat (misalnya, jamur mikoriza), mengganggu siklus hama, dan memperbaiki struktur tanah (Blesh *et al.*, 2019).

Penanaman tanaman penutup tanah merupakan salah satu metode praktis untuk memperkenalkan kembali keanekaragaman hayati ke dalam agroekosistem

(Boniface *et al.*, 2024). Hasil penelitian Wallander *et al.* (2021) menunjukkan bahwa terjadi peningkatan 50% dalam adopsi tanaman penutup tanah di kalangan petani. Namun, sebagian besar tanaman penutup tanah ditanam secara monokultur karena biaya benih yang lebih rendah dan lebih mudah dikelola dibandingkan dengan tanaman penutup tanah multispesies atau campuran (Black, 2021).

Upaya yang dapat dilakukan untuk peningkatan kesuburan tanah, mengurangi dampak kekeringan, dan keanekaragaman hayati adalah dengan menanam cover crop yang tersedia secara berlimpah di alam, yaitu dengan memanfaatkan gulma *Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson yang dapat ditanam secara campuran bersama *Nephrolepis biserrata* (Asbur dan Purwaningrum, 2024; Asbur *et al.*, 2024).

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa cover crop yang ditanam secara campuran akan menggabungkan beberapa sifat fungsional dari masing-masing tanaman dan memberikan lebih banyak layanan agroekosistem dibandingkan dengan spesies tunggal atau monokultur (misalnya, penekanan gulma secara bersamaan, retensi hara, dan fiksasi nitrogen), karena efisiensi penggunaan sumber daya yang lebih baik di antara spesies (Blesh, 2018). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa lebih banyak layanan ekosistem dapat diberikan ketika tanaman penutup tanah ditanam secara campuran (Florence and McGuire, 2020; Moreno-Cadena *et al.*, 2024).

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh frekuensi pemberian air terhadap biomassa dan perakaran *A. gangetica* sebagai cover crop yang ditanam secara campuran

2. Mengetahui biomassa dan perakaran *A. gangetiva* sebagai cover crop yang ditanam secara campuran
3. Mengetahui pengaruh kombinasi perlakuan terbaik antara frekuensi pemberian air dan campuran cover crop terhadap biomassa dan perakaran *A. gangetica*

1.3. Hipotesis Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Ada pengaruh frekuensi pemberian air terhadap biomassa dan perakaran *A. gangetica* sebagai cover crop yang ditanam secara campuran
2. Ada perbedaan biomassa dan perakaran *A. gangetica* sebagai cover crop yang ditanam secara campuran
3. Ada pengaruh kombinasi perlakuan antara frekuensi pemberian air dan campuran cover crop terhadap biomassa dan perakaran *A. gangetica*

1.4. Kegunaan Penelitian

1. Mendukung penerapan pertanian berkelanjutan dengan memanfaatkan cover crop sebagai strategi konservasi tanah dan air
2. Menyediakan informasi bagi petani dan praktisi pertanian dalam mengelola air secara efisien untuk meningkatkan produksi biomassa dan sistem perakaran cover crop
3. Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana S1 di Fakultas Pertanian Universitas Islam Sumatera Utara, Medan.



Gambar 1.1 Kerangka berpikir

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gulma sebagai Cover Crop

Cover crop memiliki peranan penting pada proses penghancuran agregat oleh hujan dan menurunkan aliran permukaan. Penggunaan tanaman penutup tanah terutama yang berasal dari legume atau leguminosa cover crop (LCC) merupakan salah satu cara yang tepat untuk memperbaiki atau menjaga kesuburan tanah dengan cara meningkatkan ketersediaan bahan organik dan nitrogen dalam tanah. Selain itu, LCC juga berperan dalam menekan pertumbuhan gulma (Saputra dan Wawan, 2017).

Cover crop yang saat ini banyak digunakan pada tanaman Kelapa Sawit adalah *Mucuna bracteata*. Tanaman ini berasal dari India Utara, tepatnya di kawasan hutan negara bagian Tripura. Awalnya *M. bracteata* ditanam untuk keperluan tanaman pakan hijau. Perkebunan karet di Kerala, Pertanian di India Selatan sudah menanam *Mucuna bracteata* secara intensif sebagai penutup tanah. Tanaman ini sangat toleran dan dapat tumbuh dengan baik pada berbagai jenis tanah dibandingkan penutup tanah lainnya (Astuti *et al.*, 2018).

Saat ini, cukup banyak perkebunan di Indonesia tidak melakukan pemeliharaan sesuai dengan standar terhadap *M. bracteata* dengan alasan efisiensi. Bahkan, di beberapa perkebunan sudah mulai tidak menanam *M. bracteata*, mengingat biaya kebutuhan tenaga kerja dalam perawatan yang cukup besar. Apabila biaya tersebut dihentikan, maka pertumbuhan *M. bracteata* menjadi tidak terkendali mengingat pertumbuhan *M. bracteata* ini dalam seminggu mencapai 53 cm (Sitanggang *et al.*, 2020). Perkebunan yang tidak merawat *M. bracteata* mengakibatkan tanaman kelapa sawit terlilit hingga mati (Syarovy dkk., 2021), dan

juga *M. bracteata* tidak tahan terhadap naungan pada saat tanaman kelapa sawit telah menghasilkan dan digantikan oleh pertumbuhan beberapa jenis gulma (Asbur dkk., 2024).

Umumnya, gulma yang banyak dijumpai di Perkebunan kelapa sawit menghasilkan adalah *Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson dari jenis berdaun lebar, *Nephrolepis biserrata* dari jenis pakuan, dan *Paspalum conjugatum* dari jenis rumputan (Asbur dan Purwaningrum, 2024a; Asbur dkk., 2024a). Hasil penelitian Asbur *et al.* (2024b) menunjukkan bahwa ketiga jenis gulma tersebut dapat dimanfaatkan sebagai tanaman penutup tanah yang ditanam secara monokultur di Perkebunan kelapa sawit menghasilkan. Hal ini karena selain pertumbuhan biomasnya yang cukup banyak, juga ketiga jenis gulma ini mampu meningkatkan kandungan hara tanah (Asbur and Purwaningrum, 2024b).

2.1.1 *Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson

Asystasia gangetica (L.) T. Anderson atau disebut juga rumput israel, ara sungsang berasal dari daerah tropis Malaysia, India, dan Afrika, tetapi telah diperkenalkan ke daerah tropis di Amerika Utara, Tengah dan Selatan, Hawaii, Hindia Barat, dan Australia sebagai tanaman hias. Tanaman ini juga sering dibudidayakan sebagai tanaman penutup tanah dan dapat mencegah erosi tanah di daerah tropis dan subtropis. *A. gangetica* umumnya diambil dari alam untuk dimanfaatkan sebagai makanan, pakan ternak, dan bahan obat-obatan. Tanaman ini merupakan sayuran yang populer di berbagai negara. Diantaranya masyarakat Afrika (Afrika Selatan, Nigeria, Kenya, dan Tanzania) yang mengkonsumsi daunnya sebagai sayuran. Selain itu, walaupun *A. gangetica* seringkali dianggap sebagai gulma utama di perkebunan kelapa sawit, namun *A. gangetica* memiliki

berbagai manfaat kesehatan dan telah digunakan sebagai obat herbal dalam pengobatan tradisional. Seperti halnya di Nigeria yang memanfaatkan daunnya untuk pengobatan asma, *A. gangetica* juga dapat digunakan sebagai pengganti sabun (Socfindo Conservation, 2024).



Gambar 2.1 *Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson (Sumber: Socfindo Conservation, 2024)

Asystasia gangetica secara morfologi memiliki: (1) akar tunggang yang dapat muncul dari cabang, terdapat bulu-bulu akar, dan berwarna putih kecokelatan, (2) batang berbentuk segi empat, berwarna hijau keunguan, (3) daun unifoliate, berhadapan (opposite), berwarna hijau, bulat telur, dengan ujung runcing dan pangkal membulat atau menyempit, tepi daun rata, dengan banyak sistolit linier di permukaan atas, tulang daun menyirip, vena sekunder mencolok, (4) bunga biseksual, zigomorfik, memiliki kelopak berwarna hijau, berbentuk lanset linier, panjangnya sekitar 5 mm dan berbulu di bagian belakang. Mahkota berbentuk corong atau tabung asimetris, berlobus 5, berwarna putih atau ungu pucat, helai mahkota berbentuk bulat sampai lonjong, tabungnya berwarna kuning dan mengembung, berbulu di permukaan luar. Benang sari dan putik dimasukkan ke dalam tabung bunga, (5) buah kapsul berbentuk silinder, panjang sekitar 2,5 cm,

berwarna hijau saat muda dan berubah menjadi cokelat muda dan kering serta meledak (eksplosif) saat matang, tertutup rapat dengan kelenjar bulu, (6) biji 2-4, berwarna hitam keputihan sampai kecokelatan, pipih, berparuh, tepi tidak teratur, permukaan halus, padat, berbentuk bulat telur, bersudut, berkerut atau subtuberkular, berdiameter kurang dari 5 mm (Socfindo Conservation, 2024).

2.1.2 *Nephrolepis biserrata*

Nephrolepis biserrata disebut juga paku pedang raksasa adalah pakis tropis yang berasal dari Florida, Meksiko, Hindia Barat, Amerika Tengah, Amerika Selatan, Afrika, dan Asia Tenggara (Wikipedia, 2024).

Nephrolepis biserrata merupakan salah satu gulma yang banyak tumbuh dan berkembang di berbagai areal dengan kondisi yang lembab dan tertutup, salah satu pada areal perkebunan kelapa sawit. *N. biserrata* dikategorikan sebagai tanaman naungan karena pada kondisi lapangan gulma tersebut tumbuh baik di areal tanaman kelapa sawit menghasilkan yang dapat menjadi tanaman penutup tanah (Sibarani *et al.*, 2024). Secara morfologi, *N. biserrata* tumbuh secara berkelompok, tidak memiliki perakaran yang menjalar dan melilit karena memiliki jenis perakaran serabut, kuat dan menancap hingga kedalaman tanah 20 cm. Sedangkan pada tangkai daun *N. biserrata* memiliki tekstur bersisik lembut berwarna coklat. Permukaan daun kasar dengan spora yang terletak merata dipinggir daun, memiliki bentuk batang bulat ramping dan memanjang berwarna coklat (Romaidi *et al.*, 2012). Namun, secara fisiologi pertumbuhan *N. biserrata* tidak terlalu cepat berkembang, tumbuh secara perdu dan tidak menjadi gulma pengganggu tanaman kelapa sawit (Ariyanti, 2016).

Nephrolepis biserrata dilaporkan sebagai tanaman penutup alternatif (TM) yang ideal karena merupakan gulma yang tidak berbahaya (Maulidia *et al.*, 2019). Tanaman ini tahan terhadap perlindungan dan dapat bersaing dengan gulma lain (Awmpuia dan Lalruatsanga, 2021), tumbuh baik di tanah suboptimal, terkontaminasi logam berat (Samedani *et al.*, 2013; Manan *et al.*, 2015), dan mengandung bahan organik tinggi, yang dapat meningkatkan kandungan nutrisi tanah (Satriawan *et al.*, 2021). Studi menunjukkan bahwa *N. biserrata* sebagai tanaman penutup pada topografi teras dapat mengurangi erosi tanah, meningkatkan cadangan udara tanah hingga 70%, mengurangi kehilangan udara hingga 36-80%, dan memperpendek periode defisit kandungan air tanah hingga 50 hari (Ariyanti *et al.*, 2015; Ariyanti *et al.*, 2016). Pengelolaan *N. biserrata* bersama dengan tandan kosong di tanah berpasir telah dilaporkan meningkatkan produksi hingga 15% (Gunawan *et al.*, 2020). *N. biserrata* juga berfungsi sebagai tanaman inang predator (*Sycanus sp.*) bagi hama pemakan daun seperti ulat api *Setora nitens* (Hasibuan dkk., 2020), dan sangat efektif dalam mengelola vegetasi di lahan gambut untuk mengurangi keparahan serangan penyakit jamur Ganoderma (Supriyanto *et al.*, 2022).



Gambar 2.2 *Nephrolepis biserrata* (Sumber: Eng, 2024)

2.2 Peran Air Bagi Tumbuhan

Tumbuhan memegang peranan penting dalam menjaga keseimbangan air dan energi ekosistem daratan dengan mengatur proses ekosistem seperti intersepsi curah hujan, infiltrasi air tanah, dan evapotranspirasi yang selanjutnya mempengaruhi proses siklus ekohidrologi regional (Zhao *et al.*, 2022; Dai *et al.*, 2023). Proses penyerapan dan pemanfaatan air oleh tumbuhan merupakan penghubung penting antara tanah dan atmosfer regional, dan juga merupakan indikator penting dari kemampuan adaptasi tumbuhan terhadap lingkungan regional (Wang *et al.*, 2019a; Zhang *et al.*, 2020b), dan keragaman musiman interaksi antara tumbuhan dan lingkungan sering kali mengarah pada keragaman yang signifikan dalam karakteristik penyerapan air oleh tumbuhan dan cara tumbuhan memanfaatkan sumber air yang berbeda (Wang *et al.*, 2020; Pei *et al.*, 2023).

Menjelajahi mekanisme dan strategi penggunaan air pada vegetasi khas telah menjadi isu ilmiah penting untuk pembangunan berkelanjutan ekosistem (Cao *et al.*, 2023) yang sangat penting untuk penggunaan sumber daya air yang berkelanjutan dan stabilitas ekosistem, terutama di wilayah kering (Wu *et al.*, 2023b). Hasil penelitian Sun *et al.* (2024) melaporkan bahwa umumnya vegetasi penutup tanah memanfaatkan air tanah permukaan (kedalaman tanah 0-40 cm) pada saat curah hujan tinggi, sedangkan air tanah dalam (> 40 cm) secara bertahap menjadi sumber air utama (> 20%) pada saat musim kering.

2.3 Pengaruh Cekaman Air Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Tumbuhan merupakan mata rantai utama dalam kontinum tanah-tumbuhan-atmosfer dan memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan air dan energi ekosistem daratan (Dai *et al.*, 2023, Zhang *et al.*, 2020). Sebagai aliran air

daratan terbesar, transpirasi tumbuhan mencakup 80-90% evapotranspirasi daratan (Jasechko *et al.*, 2013).

Penyerapan air oleh tumbuhan melalui akarnya menyediakan tenaga untuk transpirasi, fotosintesis, dan metabolisme (Zhao and Wang, 2021). Namun, dalam konteks pemanasan global, baik intensitas maupun frekuensi kekeringan akan meningkat di masa mendatang (Bello *et al.*, 2019) yang berdampak besar pada siklus hidrologi.

Ketersediaan air merupakan kondisi dasar bagi tanaman untuk menjaga turgiditas sel, memungkinkan pertumbuhan sel, dan menjaga stomata tetap terbuka untuk aktivitas fisiologis (Brinkmann *et al.*, 2018), sehingga merupakan salah satu faktor penting yang menentukan arah evolusi karakteristik tanaman dan distribusi spesies dalam suatu ekosistem (Brum *et al.*, 2019).

Penelitian sebelumnya telah menemukan bahwa tanaman dapat mengembangkan berbagai mekanisme pengaturan morfologi dan fisiologi untuk beradaptasi dengan perubahan ketersediaan air di bawah cekaman air (Wang *et al.*, 2020). Banyak tanaman dapat melakukan transformasi akar morfologi ganda untuk mendapatkan air, yaitu, air tanah dangkal sebagian besar diserap oleh akar dangkal pada periode basah, dan air tanah dalam atau air tanah sebagian besar diserap oleh akar dalam pada periode kering (Dai *et al.*, 2020, Liu *et al.*, 2018). Secara umum diyakini bahwa tanaman berakar dalam cenderung mengatasi tekanan kekeringan musiman lebih dari tanaman berakar dangkal yang bergantung pada curah hujan terkini (Zhang *et al.*, 2018). Selain itu, tanaman dapat mengurangi efek negatif kekeringan dengan menutup stomata, mengurangi potensi air daun, dan meningkatkan efisiensi penggunaan air (Ding *et al.*, 2024). Dalam proses suksesi

komunitas, heterogenitas spasial dan temporal sumber daya dan kondisi lingkungan mendorong pemisahan relung, yang mendukung keberadaan spesies secara bersamaan (Wang *et al.*, 2020).

Dalam ekosistem tanaman campuran, terdapat lebih sedikit persaingan antar tanaman untuk mendapatkan sumber daya, dan aktivitas fisiologis seperti transpirasi dan fotosintesis dapat dipertahankan pada tingkat yang lebih tinggi daripada di lingkungan tanaman monokultur di berbagai ekosistem (Bello *et al.*, 2019; Tang *et al.*, 2019, Wang *et al.*, 2020; Brum *et al.*, 2019).

Hasil penelitian Gong *et al.* (2020) menunjukkan bahwa pertanaman monokultur dan campuran mengonsumsi kadar air tanah yang signifikan. Namun, dibandingkan dengan perkebunan monokultur, perkebunan campuran spesies lebih mampu mempertahankan kelembaban tanah pada 0-400 cm. Meskipun banyak penelitian telah menunjukkan bahwa tanaman yang hidup berdampingan memiliki sumber daya yang saling melengkapi atau persaingan antar spesies di ekosistem yang berbeda, masih belum jelas tanaman mana yang hidup berdampingan yang bertindak sebagai fasilitator atau inhibitor. Dalam fase baru regenerasi vegetasi buatan, pola tanaman campuran dianggap sebagai pilihan yang baik karena keanekaragaman hayati merupakan salah satu faktor penting untuk meningkatkan produktivitas lahan, stabilitas, ketahanan, dan dinamika hara (Gong *et al.*, 2021).