

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq*) merupakan komoditas andalan Indonesia yang merupakan sumber minyak nabati dan terus berkembang sebagai sumber devisa dari sektor perkebunan. Saat ini pengelolaan perkebunan kelapa sawit harus mengikuti RSPO dan ISPO yang menitik beratkan pada pengelolaan perkebunan yang berkelanjutan, diantaranya dengan meningkatkan keanekaragaman hayati di perkebunan kelapa sawit.

Dahulu, gulma-gulma yang banyak dijumpai di kebun kelapa sawit harus dimusnahkan atau dikendalikan, sehingga menyebabkan penurunan produktivitas lahan dan produksi kelapa sawit. Hal ini disebabkan keanekaragaman hayati di perkebunan kelapa sawit menjadi rendah, sehingga pengembalian hara ke dalam tanah juga rendah dan banyak hara yang hilang terbawa erosi. Hasil penelitian Asbur *et al.* (2016) menunjukkan bahwa penggunaan gulma *A. gangetica* sebagai tanaman penutup tanah di perkebunan kelapa sawit telah menghasilkan efektif meminimalkan erosi dan kehilangan hara N, P, K dan C-organik tanah masing-masing sebesar 93,4%, 96,0%, 90,0%, dan 95,7%,

Umumnya pada perkebunan kelapa sawit telah menghasilkan banyak dijumpai berbagai aneka jenis gulma, mulai dari gulma berdaun lebar, berdaun sempit, paku-pakuan, dan juga teki. Hasil penelitian Asbur *et al.* (2020) menunjukkan bahwa pada perkebunan kelapa sawit telah menghasilkan gulma dominan yang dijumpai adalah *Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson untuk gulma berdaun lebar, *Nephrolepis biserrata* untuk gulma paku-pakuan, *Paspalum conjugatum* Berg. untuk gulma

rumputan, dan *Cyperus rotundus* L. untuk gulma teki. Hal ini menyebabkan keanekaragaman hayati di perkebunan kelapa sawit menjadi tinggi. Menurut Salim dan Budiadi (2014), pencampuran tanaman dalam suatu sistem penanaman sangat mempengaruhi siklus hara yang terjadi dalam suatu ekosistem, seperti yang terjadi pada hutan.

Tanaman merupakan penghasil serasah yang cukup besar dan berperan penting dalam menjaga dan mengembalikan kesuburan tanah terutama dalam sistem penanaman agroforestri. Menurut Joe *et al.* (2010), sebagian besar serasah terdiri bahan tanaman yang sudah mati dan terdapat pada permukaan tanah, dan secara ekologi lapisan serasah merupakan komponen utama ekosistem daratan yang menjadi sumber bahan organik tanah dan sebagai tempat proses-proses biologi tanah seperti dekomposisi dan dimulainya siklus hara.

Apabila dibandingkan dengan sistem penanaman tunggal (monokultur), pohon dalam sistem multikultur dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah dengan menambahkan jumlah input bahan organik diatas maupun dibawah permukaan tanah (Jose, 2009; Nair, 2009). Jatuhan dan dekomposisi serasah dari tanaman dalam sistem multikultur dipertimbangkan sebagai faktor penting yang berkontribusi terhadap kualitas tanah. Unsur hara yang Kembali melalui serasah berperan penting dalam menjaga kesuburan tanah dan produktivitas tanaman (Gnankambary *et al.*, 2008). Akumulasi serasah akan menyediakan habitat dan sumber makanan bagi mikro dan makro invertebratayang merupakan dasar penting dalam rantai makanan (Sangha *et al.*, 2006).

Tumbuhan memperoleh hara dari lapisan tanah dan hara tersebut disimpan pada organ dan jaringan tumbuhan (Suliyanto dan Tran, 2015). Tumbuhan menyerap unsur hara dari dalam tanah melalui perakarannya dengan menyerap seluruh hara yang tersedia pada bagian tanah yang larut oleh air tanah (Berry and Howard, 2006). Seluruh hara tersebut kemudian akan disalurkan pada bagian-bagian tumbuhan yang membutuhkan hara tersebut sesuai dengan kebutuhannya.

Peranan tumbuhan dalam siklus hara adalah melalui penyerapan unsur hara dari dalam tanah dan pelepasan kembali unsur hara melalui jaringan-jaringan tumbuhan yang telah mati atau dipanen. Jaringan-jaringan tumbuhan yang telah mati kemudian terdekomposisi dan menghasilkan senyawa-senyawa sederhana dan kembali ke dalam tanah. Selain itu, sebagian jaringan tumbuhan yang telah mati dan jatuh ke permukaan tanah dapat menjadi sumber makanan bagi sebagian makhluk hidup. Unsur-unsur hara dalam jaringan yang telah mati tersebut dikembalikan ke tanah melalui kotoran atau pun setelah makhluk hidup tersebut mati (Wowor *et al.*, 2019).

Bagian-bagian tumbuhan yang paling sering digugurkan dan terdekomposisi adalah daun-daunan. Pelepasan unsur-unsur hara akibat proses dekomposisi meningkatkan kesuburan tanah, tidak hanya meningkatkan kesuburan melalui penambahan hara tetapi juga akan meningkatkan jumlah hewan tanah yang bermanfaat bagi aerasi tanah (Hartono, 2012).

Menurut Joergensen *et al.* (2009), metode litterbag (kantong serasah) merupakan pendekatan yang dapat digunakan untuk mengukur pelepasan hara dari serasah tumbuhan pada kondisi lapangan. Keunggulan menggunakan metode kantong serasah adalah pemulihan sederhana serasah yang dipindahkan ke lapangan dan

kemungkinan mengeluarkan invertebrate tanah tertentu dari dekomposisi dengan menggunakan ukuran mata jaring yang berbeda (Knacker *et al.*, 2003). Namun, kantong serasah juga memiliki kekurangan yaitu dapat mengurangi kontak antara serasah dengan decomposer dalam tanah akibatnya dapat menurunkan laju dekomposisi dan pelepasan hara serasah (Potthoff *et al.*, 2005), sehingga untuk mengatasi hal tersebut maka dilakukanlah pembedaan terhadap kantong serasah.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pembedaan terhadap pelepasan hara N, P, K, dan C-organik beberapa jenis gulma di perkebunan kelapa sawit rakyat menggunakan metode litterbag.

1.3 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah ada pengaruh pembedaan terhadap pelepasan hara N, P, K, dan C-organik beberapa jenis gulma di perkebunan kelapa sawit rakyat menggunakan metode litterbag.

1.4 Kegunaan Penelitian

1. Sebagai bahan informasi untuk pemanfaatan gulma sebagai cover crop di perkebunan kelapa sawit.
2. Memberikan informasi tentang pelepasan hara beberapa jenis gulma di perkebunan kelapa sawit rakyat sehingga dapat dimanfaatkan sebagai cover crop pada kelapa sawit telah menghasilkan.

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gulma Daun Lebar (*Asystasia gangetica* L.) T. Anderson

Asystasia gangetica (L.) T. Anderson merupakan gulma yang banyak dijumpai di perkebunan kelapa sawit dan mudah ditemui di pekarangan rumah, tepi jalan, kebun, dan lapangan terbuka (Setiawan, 2013). Keberadaan gulma tersebut pada lahan perkebunan sawit dinilai sangat merugikan sehingga perlu dilakukan upaya pengendalian (Barus, 2003). Putra (2018) menyatakan bahwa *A. gangetica* memiliki kandungan protein kasar sebesar 19,3-33% tergantung pada bagian tumbuhan yang dimanfaatkan.

Menurut Tilloo *et al*, (2012) adapun klasifikasi dari tumbuhan ini adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Famili	: Acanthaceae
Genus	: <i>Asystasia</i>
Spesies	: <i>Asystasia gangetica</i> (L.) T. Anderson

A. gangetica tumbuh merambat dan bercabang, batangnya berbentuk segiempat dengan panjang hingga 2 meter. Bentuk daun saling berlawanan dan tidak terdapat *stipula*. Panjang tangkai daun 0,5-6 cm dengan daun yang tidak berbentuk *ovatus* dengan panjang 4-9 cm dan lebar 2-5 cm. *A. gangetica* memiliki 4-6 urat daun (*vena lateralis*) di setiap sisi pelepah. Bentuk perbungaan majemuk dan berderet mengarah pada satu sisi dengan panjang deret bunga mencapai 2 cm. Tangkai bunga

memiliki panjang hingga 3 mm dan kelopak bunga dengan panjang 4-10 mm. Bunga biasanya berwarna putih atau putih dengan bintik-bintik keunguan (Grubben and Denton, 2004).

2.2 Gulma Pakisan (*Nephrolepis biserrata*)

Nephrolepis biserrata merupakan salah satu gulma yang banyak tumbuh di kebun kelapa sawit. Gulma ini memiliki pertumbuhan yang tidak terlalu cepat, tumbuh berupa perdu, dan keberadaannya tampaknya tidak banyak menimbulkan kerugian atau gangguan sehingga *N. biserrata* cenderung dipertahankan keberadaannya di kebun kelapa sawit. Manfaat lain *N. biserrata* yaitu sebagai tanaman inang predator (*Sycanus sp.*) bagi hama pemakan daun seperti ulat api (*Setoranitens*) dan sebagai sarang serangga penyerbuk meskipun belum ada penelitian terkait hal ini (Ariantiet *al.*, 2016).

Menurut Romaidi *et al.* (2017), klasifikasi dari *Nephrolepis biserrata* adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Pteridophita
Kelas	: Pteridopsida
Ordo	: Polypodiales
Famili	: Dryopteridaceae
Genus	: <i>Nephrolepis</i>
Spesies	: <i>Nephrolepis biserrata</i>

N. biserrata ini ditemukan pada suhu 28-31°C yang berarti suhu relatif normal untuk pertumbuhan paku dan derajat kemasaman 6,18 yang berarti asam. Tinggi 0,6-

4,5 m, akar tegak, berdaun rapat. Tangkai daun memilikipanjang 10-50 cm, tertutup oleh sisik berwarna coklat muda dan mudah rontok. Daun berbentuk lanset garis, dan pangkal meruncing, tepi atas bertelinga, ujung meruncing, anak daun muda berambut halus (Steenis, 2013).

2.3 Gulma Rumputan (*Paspalum conjugatum*)

Paspalum conjugatum adalah gulma rumput-rumputan yang dijumpai pada lahan tanaman perkebunan dan lahan tanaman pangan. Gulma ini sering dijumpai pada petanaman di lahan kebun dan tergolong gulma penting pada beberapa lahan tanaman pangan. *P. conjugatum* toleran terhadap gangguan dan polusi tingkat tinggi, tumbuh subur di bawah naungan parsial, menyebar dengan mudah melalui biji dan stolon, dan dapat bertahan di tanah asam dan rendah nutrisi. *P. conjugatum* merupakan jenis gulma berdaun sempit (rumputan) yang jarang ditemukan di lahan kering dataran tinggi (Rosmanah *et al.*, 2016).

Menurut CABI (2019), klasifikasi dari gulma *Paspalum conjugatum* adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Poales
Famili	: Poaceae
Genus	: Paspalum
Spesies	: <i>Paspalum conjugatum</i> Berg.

P. conjugatum memiliki batang padat agak pipih, tingginya 20-75 cm, tidak berbulu, warnanya hijau bercorak ungu, tumbuh tegak berumpun, membentuk geragih yang bercabang-cabang. Akar serabut, banyak dan halus, mencapai kedalaman \pm 20 cm dalam tanah. Daun berbentuk pita atau pita-lanset ujungnya lancip, berbulu sepanjang tepinya dan pada permukaannya. Helai daun paling atas sering rudimenter. Upih daun bewarna hijau atau bercorak ungu, berbentuk lunas perahu yang pipih, tepinya berbulu halus (Nasution, 1986).

2.4 Dekomposisi Serasah

Serasah adalah bahan-bahan yang telah mati, terletak di atas permukaan tanah yang nantinya akan mengalami dekomposisi dan mineralisasi (Aprianis, 2011). Lebih lanjut Bargali *et al.* (2015) menyatakan bahwa serasah merupakan bahan organik yang dihasilkan oleh tanaman dapat berupa daun, batang, ranting, bahkan akar yang akan dikembalikan kedalam tanah.

Dekomposisi serasah merupakan peristiwa perubahan secara fisik maupun kimiawi yang sederhana oleh mikroorganisme tanah baik bakteri, fungi, dan hewan tanah lainnya. Dekomposisi serasah sering juga disebut mineralisasi yaitu proses penghancuran bahan organik yang berasal dari hewan dan tanaman yang berubah menjadi senyawa-senyawa anorganik sederhana. Proses dekomposisi ini penting dalam siklus ekologi dalam hutan sebagai salah satu asupan unsur hara kedalam tanah (Sutedjo *et al.*, 1991). Vos *et al.* (2013) menyatakan bahwa proses dekomposisi serasah ini berperan penting dalam siklus karbon dan nutrisi lain.

Secara umum ada tiga proses utama dalam proses dekomposisi serasah, yaitu: (1) pencucian senyawa terlarut kedalam tanah, (2) fragmentasi serasah menjadi

ukuran yang lebih kecil, dan (3) katabolisme oleh organism pengurai (yaitu mikroorganisme dan fauna) (Cotrufo *et al.*, 2010).

Proses dekomposisi serasah dipengaruhi oleh organism tanah, kondisi lingkungan, dan sifat kimiawi serasah. Dekomposisi dan pelepasan unsur hara adalah dua proses kunci di lingkungan untuk pertanian berkelanjutan (Bargali *et al.*, 2015). Oleh karena itu, produktivitas lahan pertanian bergantung pada mekanisme siklus hara yang efisien yang memastikan pelepasan hara serasah yang cepat (Vendrami *et al.*, 2012). Serasah tumbuhan menempati sebagian besar serasah di ekosistem pertanian dan mungkin terdekomposisi total dalam satu tahun di daerah subtropis dan tropis. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui pola dekomposisi serasah tanaman dan pengaruhnya terhadap fungsi ekosistem (Bargali *et al.*, 2015). Hasil penelitian Asbur and Purwaningrum (2018) menunjukkan bahwa laju dekomposisi dan pelepasan hara serasah *A. gangetica* dipengaruhi oleh naungan dan periode dekomposisi. Laju dekomposisi, penurunan konsentrasi serasah dan pelepasan nutrisi serasah lebih cepat dalam kondisi tanpa naungan dengan periode dekomposisi yang lebih lama.

2.5 Pelepasan Hara N, P, K dan C-Organik

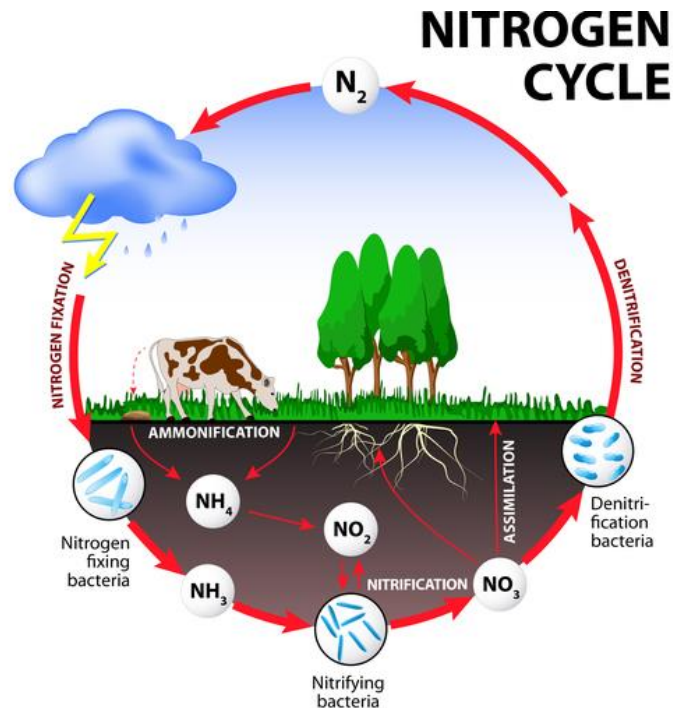
2.5.1 Nitrogen (N)

Selain oksigen dan unsure kimia lainnya, N juga merupakan unsure kimia penting bagi makhluk hidup. Kandungan N dipastikan ada dalam setiap tubuh makhluk hidup, misalnya pada zat penyusun kehidupan (asam amino) juga tersusun dari unsur N. Unsur N terbesar di bumi terdapat dalam bentuk gas nitrogen (N₂). Selain itu, unsure ini juga dapat ditemukan dalam wujud garam nitrat yang

mengalami asimilasi pada sitoplasma makhluk hidup. Fungsinya adalah berperan sebagai protein untuk cadangan makanan (Rimba Kita, 2019).

Pelepasan atau daur hara N termasuk kedalam siklus biogeokimia. Siklus atau daur N adalah suatu proses perubahan senyawa yang mengandung unsur N yang kemudian berubah menjadi berbagai macam bentuk kimiawi lain. Perubahan tersebut dapat terjadi secara biologis maupun non biologis. Siklus N sangat dibutuhkan dalam fungsi ekologis karena jumlah ketersediaan N akan berpengaruh terhadap tingkat ekosistem, termasuk produksi primer dan juga dekomposisi (RimbaKita, 2019).

N di lingkungan sekitar terdapat dalam berbagai bentuk, seperti N-organik dan amonium, nitrogen oksida dan nitrat, oksida nitrat dan nitrit, serta gas nitrogen anorganik. N dalam bentuk organik ada dalam sel hidup atau organism hidup atau humus atau bentuk produk pada proses dekomposisi bahan organik. Siklus N nantinya akan mengubah N darisatu bentuk ke bentuk yang lain. Sebagian besar proses perubahan ini dilakukan oleh mikroorganism (Ribeiro *et al.*, 2002).



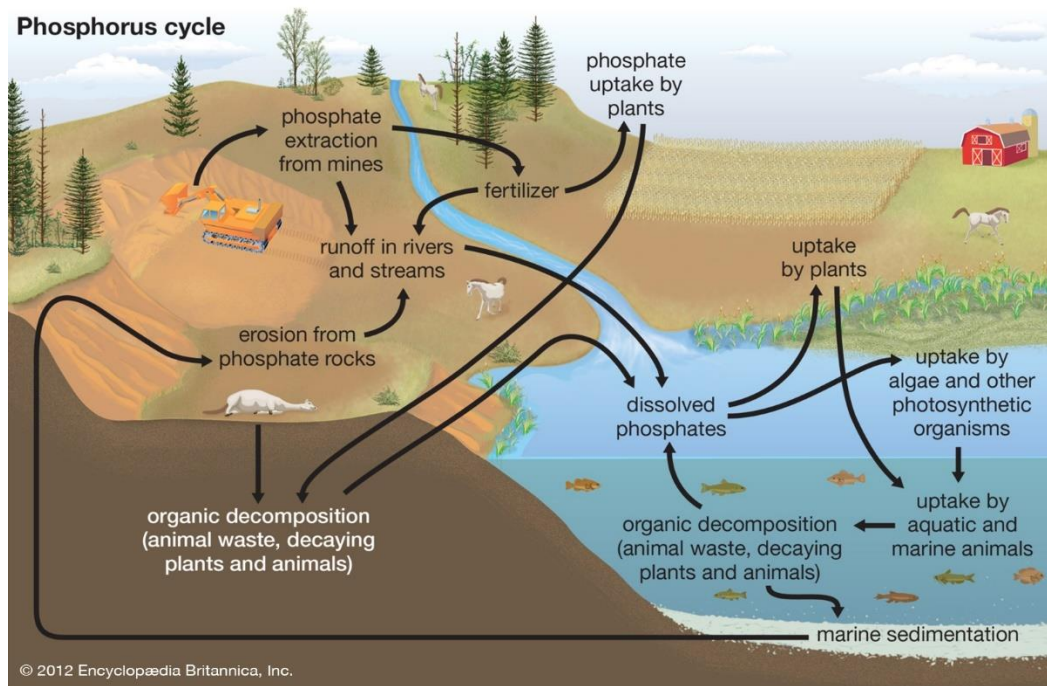
Gambar 2.1 Siklus Nitrogen (Faradiba, 2021)

Menurut Faradiba (2021), tahapan siklus N, adalah: (1) Mineralisasi, yaitu tahapan dalam proses dekomposisi senyawa organik yang berasal dari organisme yang mati. Tahap ini disebut juga dengan amonifikasi. Mineralisasi bisa terjadi baik dalam kondisi aerobik dan aerobik. Proses ini akan melepaskan amonia dan dikontrol oleh pH. Amonia akan mudah menguap pada pH tinggi di atas 9; (2) Nitrifikasi, yaitu setelah ion ammonium atau ion NH_4 terbentuk, ion akan terserap oleh akar tumbuhan dan diubah menjadi bahan organik. Nitrifikasi adalah proses oksidasi secara biologi dari ammonia menjadi nitrat dan nitrit. Proses ini terjadi dengan bantuan dua grup bakteri kemoautotropik yang bisa melakukan proses oksidasi. Pertama, oksidasi ammonia menjadi nitrit. Proses ini dibantu oleh bakteri *Nitrosomonas sp.* Kedua, oksidasi nitrit menjadi nitrat. Proses ini dibantu oleh bakteri *Nitrobacter sp.*; (3) Denitrifikasi, yaitu proses reduksi dari nitrat ke bentuk molekul gas nitrogen, gas

nitric oksida dan gas nitrous oksida. Kondisi ini terjadi dalam posisi anaerobik. Organisme yang berperan adalah bakteri *bacillus*, *micrococcus*, *alcagenes*, dan *spririllum*; (4) Fiksasi N merupakan proses yang sangat penting. Utamanya proses ini untuk menjaga keseimbangan kehilangan nitrogen pada proses denitrifikasi. Fiksasi N adalah proses di mana gas N di atmosfer di difusikan lagi kedalam air dan direduksi lagi menjadi bahan organik. Bakteri yang berperan menangkap gas N adalah bakteri autotroph, heterotroph, alga biru-hijau, dan tanaman lainnya.

2.5.2 Fosfor (P)

Siklus fosfor (P) dalam berbagai bentuk melalui alam. Dari semua elemen yang didaur ulang di biosfer, P adalah yang paling langka. Oleh karena itu P merupakan hara yang paling membatasi dalam sistem ekologi tertentu. Hal ini disebabkan P sangat dibutuhkan untuk kehidupan yang terlibat erat dalam transfer energi dan informasi genetic dalam asam deoksiribonukleat (DNA) dari semua sel (Tikkanen, 2021).



Gambar 2.2 Siklus P (Tikkanen, 2021)

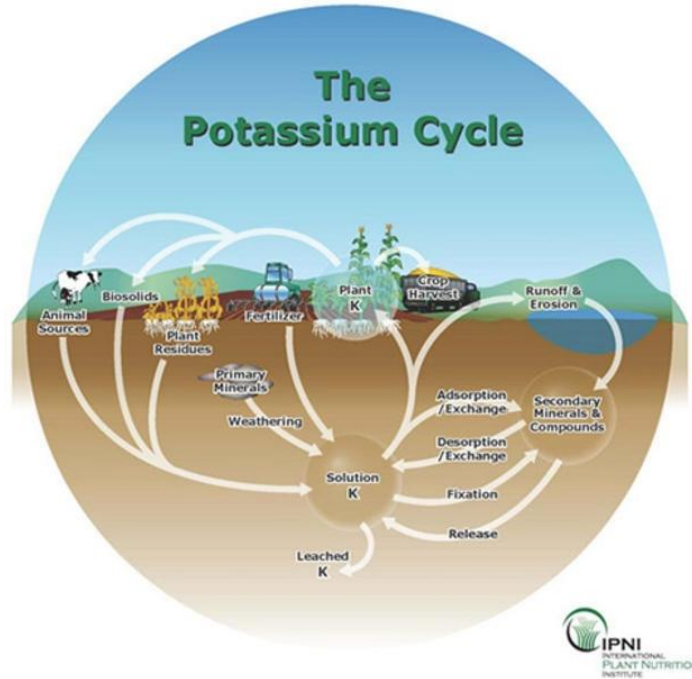
Sebagian besar P di Bumi terikat dalam batuan dan endapan sedimen. Di mana P dilepaskan melalui pelapukan, pencucian, dan penambangan. Beberapa di antaranya melewati ekosistem air tawar dan darat melalui tanaman, penggembala, predator, dan parasit untuk dikembalikan ke ekosistem melalui kematian dan pembusukan. Namun, sebagian besar diendapkan di laut, dan sedimen dangkal di mana P bersirkulasi dengan mudah, atau di kedalaman laut, di mana P hanya sesekali naik ke permukaan. P dibawa kembali ke darat melalui panen ikan dan melalui pengumpulan guano yang disimpan oleh burung laut. Meskipun ada musiman ketersediaan P di kedalaman laut, namun ada kehilangan P yang stabil ke kedalaman laut (Tikkanen, 2021).

Reaktivitas P tinggi, sehingga P ada dalam bentuk gabungan dengan unsur-unsur lain. Mikroorganisme menghasilkan asam yang membentuk P terlarut dari senyawa P yang tidak larut. P digunakan oleh ganggang dan tanaman hijau terestrial yang pada gilirannya masuk ke tubuh hewan. Setelah kematian dan pembusukan organisme, P dilepaskan untuk di daur ulang. Karena P yang stabil kelautan, unsure P harus ditambahkan dalam bentuk pupuk ke tanah untuk menjaga kesuburan dan produktivitas pertanian (Tikkanen, 2021).

2.5.3 Kalium (K)

Kalium (K) merupakan unsur hara esensial bagi pertumbuhan tanaman. Ini diklasifikasikan sebagai makro nutrient karena tanaman mengambil sejumlah besar K selama siklus hidupnya. Kalium dikaitkan dengan pergerakan air, hara dan karbohidrat dalam jaringan tanaman. K terlibat dengan aktivasi enzim di dalam tanaman yang memengaruhi produksi protein, pati, dan adenosintrifosfat (ATP). Produksi ATP dapat mengatur laju fotosintesis. K juga membantu mengatur pembukaan dan penutupan stomata, yang mengatur pertukaran uap air, oksigen dan karbondioksida. Kekurangan K atau tidak tersedia dalam jumlah yang cukup akan menghambat pertumbuhan tanaman dan menurunkan hasil (Kaiser and Rosen, 2018).

Kalium adalah hara yang paling cepat hilang. Kalium adalah hara yang sangat mobile baik di tanaman maupun tanah dan sangat mudah tercuci. Dezzee *et al.* (1998) menyatakan bahwa pencucian hara K umumnya terjadi pada serasah yang mengalami pelapukan dan didukung oleh mikroba pendekomposisi. Rendahnya hara K yang tersisa pada awal dekomposisi merupakan konsekuensi dari sifat mobile dari hara K dan K tidak terikat kuat pada struktur sel tanaman (Ribeiro *et al.*, 2002).



Gambar 2.3 Siklus Kalium (Kaiser and Rosen, 2018)

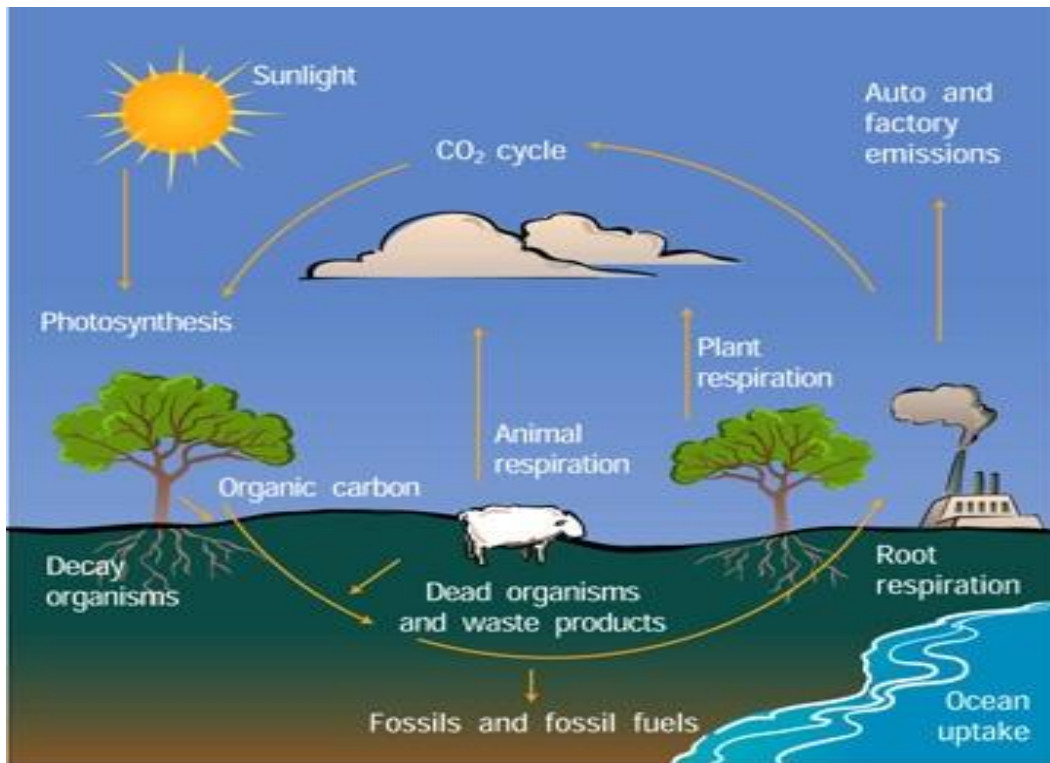
Kandungan K total tanah seringkali melebihi 20.000 ppm. Sementara pasokan total K dalam tanah cukup besar, jumlah yang relative kecil tersedia untuk pertumbuhan tanaman pada satu waktu. Hal ini disebabkan hamper semua K terdapat dalam komponen struktural mineral tanah dan tidak tersedia untuk pertumbuhan tanaman (Kaiser and Rosen, 2018).

Menurut Kaiser and Rosen (2018), K di dalam tanah terdapat dalam tiga bentuk, yaitu: (1) K-tidak tersedia. Tergantung pada jenis tanah, sekitar 90-98% dari total K tanah ditemukan dalam bentuk ini. Mineral feldspar dan mika mengandung sebagian besar K. Tanaman tidak dapat menggunakan K dalam bentuk kristal yang tidak larut ini. Selama periode waktu yang lama, akibat cuaca atau rusak, K dilepaskan dari mineral. Namun, proses ini terlalu lambat untuk memasok kebutuhan

K untuk kebutuhan tanaman. Saat mineral ini mengalami mineralisasi akibat cuaca, beberapa K bergerak kekolam yang tersedia secara perlahan. Beberapa juga pindah kekolam yang tersedia ; (2) K-lambat tersedia. Bentuk K ini diperkirakan terperangkap di antara lapisan mineral lempung. Hal-hal lain yang perlu diperhatikan tentang K-lambat tersedia, yaitu: tumbuhan tidak dapat menggunakan banyak selama satu musim tanam, tidak diukur dengan prosedur pengujian tanah rutin, dapat berfungsi sebagai reservoir untuk K-tersedia, beberapa dapat dilepaskan untuk penggunaan tanaman selama musim tanam, beberapa di antaranya juga dapat diperbaiki di antara lapisan tanah liat dan, dengan demikian, diubah menjadi K-tersedia secara perlahan, jumlahnya bervariasi dengan jenis tanah liat yang mendominasi di dalam tanah; (3) K-tersedia atau K-dapat ditukarkan. K-tersedia untuk pertumbuhan tanaman adalah K yang larut dalam air tanah dan disebut juga K-dapat ditukarkan. Berada pada pertukaran partikel tanah liat yang ditemukan di permukaan partikel tanah liat.

2.5.4 Karbon (C)

Siklus karbon adalah cara alam mendaur ulang atom karbon. Karbon adalah dasar dari semua kehidupan di Bumi, diperlukan untuk membentuk molekul kompleks seperti protein dan DNA. C juga ditemukan di atmosfer dalam bentuk karbondioksida (CO₂). C membantu mengatur suhu Bumi, memungkinkan semua kehidupan, dan bahan utama dalam makanan yang menopang makhluk hidup serta menyediakan sumber energy utama untuk mendorong ekonomi global (National Ocean service, 2021).



Gambar 2.4 Siklus Karbon (UCAR, 2021)

Siklus karbon menggambarkan proses di mana atom karbon terus melakukan perjalanan dari atmosfer ke Bumi dan kemudian kembali ke atmosfer. Karena planet dan atmosfernya membentuk lingkungan tertutup, jumlah C dalam sistem ini tidak berubah, sedangkan jumlah C di atmosfer atau di Bumi selalu berubah-ubah (National Ocean service, 2021).

Menurut UCAR (2021), di planet yang dinamis, karbon dapat berpindah dari atmosfer ke bumi sebagai bagian dari siklus karbon, yaitu:

1. Karbon berpindah dari atmosfer ke tumbuhan. Di atmosfer, karbon terikat pada oksigen dalam bentuk gas yang disebut karbondioksida (CO₂). Melalui proses fotosintesis, karbondioksida ditarik dari udara untuk menghasilkan makanan yang terbuat dari karbon untuk pertumbuhan tanaman.

2. Karbon berpindah dari tumbuhan ke hewan. Melalui rantai makanan, karbon yang ada pada tumbuhan berpindah ke hewan yang memakannya. Hewan yang memakan hewan lain juga mendapatkan karbon dari makanannya.
3. Karbon bergerak dari tumbuhan dan hewan ke tanah. Ketika tumbuhan dan hewan mati, tubuh hewan, kayu dan daun membusuk membawa karbon ke dalam tanah. Beberapa terkubur dan akan menjadi bahan bakar fosil dalam jutaan tahun.
4. Karbon bergerak dari makhluk hidup ke atmosfer. Setiap kali makhluk hidup menghembuskan napas akan melepaskan gas karbondioksida (CO_2) ke atmosfer. Hewan dan tumbuhan perlu membuang gas karbondioksida melalui proses yang disebut respirasi.
5. Karbon bergerak dari bahan bakar fosil ke atmosfer ketika bahan bakar dibakar. Ketika manusia membakar bahan bakar fosil untuk pembangkit listrik, mobil dan truk, sebagian besar karbon dengan cepat memasuki atmosfer sebagai gas karbondioksida. Setiap tahun, 5,5 miliar ton karbon dilepaskan dengan membakar bahan bakar fosil. Dari jumlah yang sangat besar ini, 3,3 miliar ton tetap berada di atmosfer. Sebagian besar sisanya menja dilarut dalam air laut.
6. Karbon bergerak dari atmosfer kelautan. Lautan, dan badan air lainnya menyerap beberapa karbon dari atmosfer dan dilarutkankedalam air.