

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kelapa sawit merupakan salah satu tanaman penghasil minyak nabati yang sangat penting. Tanaman kelapa sawit dapat tumbuh dengan baik pada suhu 27°C dengan suhu maksimum 33°C dan suhu minimum 22°C sepanjang tahun. Curah hujan rata-rata tahunan yang memungkinkan untuk pertumbuhan kelapa sawit adalah 1250-3000 mm yang merata sepanjang tahun. Kelapa sawit toleran terhadap curah hujan yang tinggi, misalnya >3000 mm dibandingkan dengan tanaman lainnya. Curah hujan <1250 mm pertahun dengan jumlah bulan kering lebih dari 3 bulan adalah faktor pembatas yang berat bagi pertumbuhan kelapa sawit (Buana *et al.*, 2003).

Perkembangan industri kelapa sawit di Indonesia mengalami kemajuan yang pesat, terutama peningkatan luas lahan dan produksi kelapa sawit. Perkembangan luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia selama sepuluh tahun terakhir meningkat dari 2,2 juta ha pada tahun 1997 menjadi 4,1 juta ha pada tahun 2007 atau meningkat 7.5%/tahun (Sunarko, 2009). Salah satu faktor pembatas dalam produksi kelapa sawit, yaitu adanya gangguan gulma yang tumbuh di sekitar pertanaman kelapa sawit. Karakteristik lingkungan yang mempengaruhi suatu gulma tumbuh dominan pada suatu tempat adalah iklim dan biotik. Faktor iklim seperti cahaya, temperatur, air, angin, dan atmosfer. Faktor edapik (pH, kesuburan, tekstur tanah, struktur tanah, dan bahan organik), dan topografi. Faktor biotik seperti tanaman (kompetisi, penyakit, dan zat alelopati), serta hewan (serangga, parasit, dan mikroorganisme).

Pengendalian gulma terpadu *Integreted Weed Management* (IWM) adalah program pengelolaan gulma yang disarankan, program ini memadukan metode-metode pengendalian gulma yang efektif dari pengendalian secara mekanis, manual, biologis hingga pengendalian gulma secara kimiawi. Cara-cara tersebut dapat digunakan sesuai dengan keadaan lahan, populasi gulma, skala kebun dan perhitungan ekonomis serta dengan mempertimbangkan faktor faktor keamanan terhadap manusia, tanaman dan juga lingkungan. Oleh sebab itu, pengendalian gulma di lokasi harus mengarah pada pengelolaan vegetasi secara menyeluruh yang berdasar atas kesesuaian lingkungan dan tidak hanya kesesuaian ekonomi dan teknologi (Qiang, 2005).

Pengendalian gulma di perkebunan kelapa sawit umumnya banyak menggunakan metode kimia dengan penggunaan herbisida. Pengendalian gulma dengan herbisida lebih menguntungkan dibandingkan dengan metode yang lain karena membutuhkan tenaga kerja yang lebih sedikit dan efek dari aplikasi yang efektif mengendalikan gulma. Namun pemakaian herbisida tunggal secara terus menerus akan menimbulkan gulma resisten herbisida. Herbisida campuran yang menggunakan bahan aktif dan *mode of action* berbeda dapat mengurangi timbulnya gulma resisten herbisida (Wrubel *et al.*, 1994). Penggunaan herbisida campuran adalah cara yang efektif dan populer pada perkebunan dalam memberantas gulma (Frey *et al.*, 1988). Pencampuran dua jenis bahan aktif herbisida saat ini sudah banyak dilakukan pada perkebunan kelapa sawit. Herbisida yang digunakan secara campuran dapat memperluas daya bunuh herbisida pada berbagai jenis gulma, mengurangi biaya aplikasi, akibat yang diperoleh bila dua atau lebih unsur yang digunakan. Campuran lebih dari satu

jenis herbisida campuran lebih efektif daripada salah satu pencampur bila diberikan secara tunggal (Moenandir, 2010).

Kehadiran gulma *E.indica* di areal perkebunan kelapa sawit akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas produksi kelapa sawit serta menambah biaya input perkebunan. Ampong-Nyarko *et al.*, (1992) mengatakan bahwa gulma ini tergolong tumbuhan C4 dan pertumbuhannya sangat cepat pada kondisi intensitas cahaya penuh. Mysore *et al.*, (1997) juga mengatakan *E.indica* merupakan gulma yang melakukan penyerbukan sendiri dan memiliki 2 set kromosom (diploid) dan ukuran genom relatif kecil sekitar $8,03 \times 10^8$ bp. Chin, (1979) juga mengatakan gulma ini menghasilkan biji hingga 140.000 per tanaman.

Meningkatnya masalah terhadap gulma resisten herbisida sebagian besar dimiliki oleh negara-negara dengan sistem pertanian yang intensif. Adanya ketergantungan dengan alat-alat manajemen gulma dengan mengabaikan prinsip-prinsip pengelolaan gulma terpadu sangat erat kaitannya dengan perubahan pada komunitas populasi gulma. Keterbatasan dalam sistem penanaman, kurangnya pergantian bahan kimia herbisida dan cara kerja, keterbatasan dalam teknik pengendalian gulma, penurunan dosis dan sebagainya merupakan pendorong utama terjadinya resistensi herbisida (Menne *et al.*, 2007).

Berkaitan dengan permasalahan *E.indica* di perkebunan Sei Merah di Kabupaten Deli Serdang diduga mengalami resisten glifosat akibat penggunaan bahan aktif herbisida sejenis dan berulang-ulang, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengatasi resistensi gulma tersebut.

Perumusan Masalah

Pengendalian *E. indica* di perkebunan kelapa sawit Sei Merah dilakukan secara kimiawi dengan menggunakan herbisida glifosat dengan interval aplikasi 3 kali setahun dan terus menerus dilakukan selama 5 tahun dengan dosis yang tinggi. Tanpa menggunakan bahan aktif herbisida lain maupun teknologi kultur teknis lain. Hasil penelitian *E. indica* terdahulu bahkan sebagian hanya memperlihatkan gejala menguning dan kecoklatan. Di informasikan *E. indica* diperkebunan kelapa sawit Adolina di kabupaten Serdang Bedagai sudah resisten terhadap herbisida glifosat, diduga *E. indica* di perkebunan kelapa sawit Sei Merah telah mengalami resistensi terhadap glifosat. Keberadaan *E. indica* mengalami resistensi terhadap glifosat ini merupakan hal penting yang perlu diketahui agar penelitian herbisida untuk jenis-jenis herbisida yang sudah dipakai selanjutnya, demikian pula, penting diketahui jenis-jenis herbisida lain yang efektif untuk pengelolaan *E. indica* biotip resisten glifosat perkebunan Sei Merah. Sebagai alternatif untuk itu perlu dilakukan penelitian resistensi glifosat *E. indica* diperkebunan Sei Merah sebagai data untuk pemecahan masalah pengelolaan gulma diperkebunan Sei Merah.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keadaan *E. indica* diperkebunan Sei Merah resisten terhadap glifosat dan mendapatkan herbisida yang efektif untuk pengendaliannya.

Hipotesis Penelitian

E. indica resisten terhadap glifosat pada dosis anjuran dan terdapat herbisida yang efektif untuk mengendalikan *E. indica*.

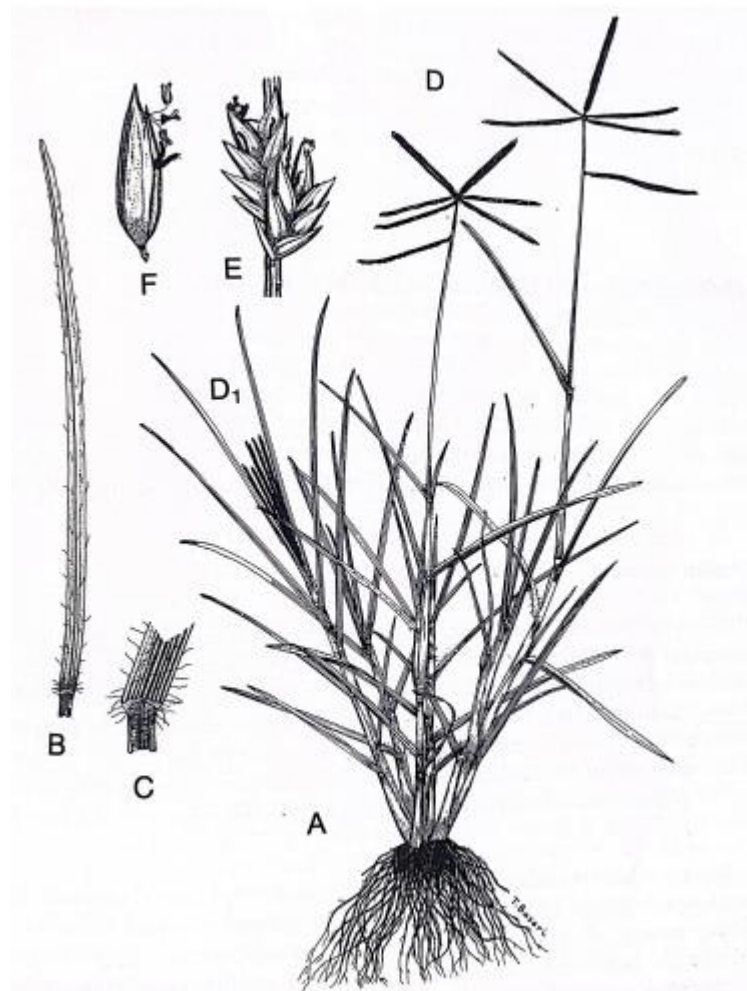
Kegunaan Penelitian

1. Sebagai data untuk menyusun teknologi pengelolaan gulma diperkebunan kelapa sawit Sei Merah.
2. Sebagai bahan informasi mengenai pemberian dosis penggunaan beberapa bahan kimia terhadap *E. indica* bagi semua pihak yang membutuhkan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Karakter dan Fase Gulma *E.indica*

E.indica atau belulang merupakan gulma umum yang penting di Sumatera Utara Gambar 1, menimbulkan banyak gangguan pada Tanaman kelapa sawit khususnya Tanaman Belum Menghasilkan (TBM) serta pada areal pembibitan. Pada *main nursery*, gulma ini dapat menimbulkan kerugian akibat persaingan dalam penyerapan air dan hara (Mueller *et al.* 2011).



Gambar 1. Gulma belulang *Eleusine indica*
(Sumber : Nasution.,1986)

Dalam dunia tumbuhan rumput belulang termasuk ke dalam kingdom : Plantae; divisio : Spermatophyta; subdivisio : Angiospermae; kelas : Monocotyledoneae; ordo : Poales; famili : Poaceae; genus: *Eleusine*. *Eleusine indica* (L.) Gaertn., merupakan rumput semusim berdaun pita, membentuk rumpun yang rapat agak melebar dan rendah. Perakarannya tidak dalam tetapi lebat dan kuat menjangkar tanah sehingga sukar untuk mencabutnya. Berkembang biak terutama dengan biji, bijinya banyak dan kecil serta mudah terbawa. Tumbuhan ini berbunga sepanjang tahun dan tiap tanamannya dapat menghasilkan hingga 140.000 biji tiap musimnya (Lee dan Ngim, 2000).

E.indica adalah rumput semusim atau menahun yang tangguh,tumbuh pada tanah lembab atau tidak terlalu kering dan terbuka atau sedikit ternaung, berbunga sepanjang tahun. Daerah penyebarannya meliputi 0 - 1600 M di atas permukaan laut, *E.indica* merupakan rumput semusim berdaun pita, membentuk rumpun yang rapat agak melebar dan rendah. Prakarannya tidak dalam tetapi lebat dan kuat menjangkar tanah sehingga sukar mencabutnya. Berkembang biak terutama dengan biji, gulma ini ditemukan pada lahan kosong, pinggir jalan, taman dan perkarangan rumah (Nasution, 1984).

E. indica tumbuh merumpun dari pusat akar yang memiliki sistem perakaran serabut. Pangkal daun berwarna putih terang berbentuk roset, dapat tumbuh dengan panjang mencapai 0,7 m, terdapat bulu-bulu halus pada daun. Rumput lulangan ini juga memiliki membran ligula dengan tepi yang bergerigi. Di ujung batang terdapat malai dengan cabang 3- 7 cabang, benih tersusun dengan corak seperti pucuk rebung pada tiap cabang malai. Satu tanaman dapat memproduksi benih sampai dengan 50.000 benih (Breden dan James, 2009).

Bulir terkumpul 2-12 satu sisi, poros bulir bersayap dan bertunas panjang 2,5-17 cm. Anak bulir berdiri sendiri berseling kiri kanan lunas, duduk, rapat menutup secara genting, menempel rapat panjangnya 4,7 mm (Stenis, 2003). Perkembangan gulma ditinjau dari segi mekanisme perkembangannya jauh lebih efisien dari tanaman budidaya. Gulma berkembang biak secara generatif (biji) maupun secara vegetatif. Secara umum gulma semusim berkembang biak melalui biji. Biasanya produksi biji sangat banyak bahkan dapat menghasilkan 40.000 biji dalam semusim (Sukman dan Yakub, 2005).

Resistensi Gulma Terhadap Herbisida

Populasi gulma resisten herbisida adalah populasi yang mampu bertahan hidup normal pada dosis herbisida yang biasanya mematikan populasi tersebut. Populasi resisten terbentuk akibat adanya tekanan seleksi oleh penggunaan herbisida sejenis secara berulang-ulang dalam periode yang lama. Sedangkan gulma toleran herbisida adalah spesies gulma yang mampu bertahan hidup secara normal walaupun diberi perlakuan herbisida. Kemampuan bertahan tersebut dimiliki oleh seluruh individu anggota spesies tersebut, jadi tidak melalui proses tekanan seleksi (Purba, 2009).

Meningkatnya resistensi herbisida merupakan suatu proses evolusi, sebagai hasil penggunaan terus-menerus dari suatu famili herbisida, populasi gulma perlahan-lahan berubah mulai dari komposisi gen pada suatu alel yang menjadi resisten sehingga menyebabkan resistensi dari suatu jenis gulma meningkat dan dapat beradaptasi dengan jenis herbisida yang diberikan (Jasieniuk *et al.*, 1996).

Toleran herbisida adalah kemampuan dari satu spesies yang dapat diwariskan untuk bertahan hidup dan bereproduksi setelah aplikasi herbisida. Hal ini secara tidak langsung menyatakan bahwa toleransi terjadi secara alami tanpa ada seleksi atau manipulasi genetik sebelumnya yang membuat spesies tersebut toleran herbisida (Vencill *et al.*, 2012).

Evolusi Resistensi

Selama bertahun-tahun petani beranggapan bahwa dengan herbisida yang sama hasil pengendalian terhadap spesies tersebut selalu memuaskan, maka petani cenderung meningkatkan dosis herbisida dan mengira bahwa kegagalan pengendalian kemungkinan disebabkan oleh kualitas herbisida sudah turun. Petani tidak menyadari bahwa populasi gulma yang sebelumnya cukup peka sekarang telah berubah menjadi populasi resisten (Purba, 2009).

Resistensi terhadap herbisida merupakan kemampuan suatu tumbuhan untuk bertahan hidup dan berkembang meskipun pada dosis yang umumnya mematikan spesies tersebut. Pada beberapa negara, biotip gulma yang resisten herbisida yang terus mengganggu aktifitas para petani. Biotip adalah populasi dengan spesies yang memiliki “karakteristik yang luar biasa” dari spesies pada umumnya, karakteristik yang luar biasa itu dapat berupa ketahanan suatu spesies terhadap herbisida. Munculnya resistensi pada suatu populasi merupakan suatu contoh terjadinya evolusi gulma yang sangat cepat (Hager dan Refsell, 2008).

Resistensi gulma terhadap herbisida bukan karena mutasi melainkan karena herbisida. Ilmuan mengungkapkan bahwa gulma tidak berubah menjadi resisten melainkan populasi dari gulma tersebutlah yang berubah. Populasi gulma sangat

beranekaragam, walaupun kelihatan sama tetapi sangat berbeda pada level genetik (Santhakumar, 2012). Oleh karena itu pertahanan terbaik terhadap resistensi herbisida adalah menggunakan bermacam-macam cara kerja herbisida yang berbeda selama tahun yang sama ataupun merotasi herbisida yang berbeda setiap tahun, rotasi tanaman, dan teknik budidaya akan membantu mengurangi seleksi tekanan (Martin dkk., 2000).

Tingkat evolusi resistensi herbisida dipengaruhi oleh karakteristik gulma dan herbisida. Karakteristik gulma yang penting meliputi frekuensi gen, ukuran dan viabilitas simpanan biji dan gulma dalam tanah dan ketahanan gulma sementara faktor herbisida meliputi potensi, dosis, frekuensi aplikasi dan persistensi herbisida dalam tanah (Valverde *et al.*, 2000)

Jika sebuah herbisida dari grup yang sama diaplikasikan secara berulang-ulang pada populasi gulma tertentu, seluruh keadaan bisa berubah. Sebagian besar biotip gulma yang peka akan mati setelah aplikasi herbisida secara berulang, sementara disisi lain beberapa biotip gulma yang resisten mendapat kesempatan khusus untuk memproduksi biji. Oleh karena itu, penggunaan herbisida tertentu secara terus-menerus selama beberapa tahun secara drastis dapat mengurangi jumlah biotip gulma yang peka didalam populasi gulma alami dan juga meningkatkan jumlah biotip gulma yang resisten (Jasieniuk *et al.*, 1996).

Herbisida dan Aplikasinya

Herbisida merupakan bahan kimia yang dapat digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan gulma karena dapat mematikan pertumbuhannya atau menghambat pertumbuhan normalnya. Penggunaan herbisida sebagai salah satu cara mengendalikan pertumbuhan gulma dilakukan sejak lama. Herbisida biasanya digunakan dengan cara diaplikasikan atau disemprotkan langsung ke daun tanaman. Dalam pengaplikasian herbisida harus memperhatikan teknik aplikasi yang sesuai agar herbisida bekerja efektif.

Dalam proses pengendalian tersebut, umumnya petani menggunakan peralatan-peralatan dalam pelaksanaannya. Hal ini bergantung pada jenis pengendalian yang diaplikasikan. Pengaplikasian biasanya menggunakan sprayer. Sprayer merupakan alat yang difungsikan sebagai penyebar karena memiliki kemampuan jangkauan penyebaran dan kerataan bahan ke tanaman yang merata. Jenis-jenis nozzle juga beragam, tergantung volume keluaran cairan dan luasan jangkauan. Faktor utama yang dapat menyebabkan aplikasi herbisida kurang tepat dalam aplikasi herbisida adalah kalibrasi.

Kalibrasi alat dapat diartikan sebagai cara untuk menghitung kebutuhan (volume) larutan persatuan luas (ha). Hasil kalibrasi sangat menentukan efektifitas dan efisiensi biaya pengendalian gulma. Jumlah kebutuhan larutan sangat tergantung pada jenis alat semprot (sprayer), nozzle, kecepatan jalan, kondisi gulma dan kondisi lapangan (topografi). Kalibrasi harus dilakukan pada setiap kali akan melakukan penyemprotan dengan tujuan untuk menghindari pemborosan herbisida, memperkecil terjadinya keracunan pada tanaman akibat

penumpukan herbisida dan memperkecil pencemaran lingkungan. Penyemprotan glifosat dilakukan saat gulma berdaun 3-4 helai dan penyemprotan dilakukan pada waktu cuaca cerah dengan suhu 27°C kelembapan udara 74% dan diusahakan mengenai seluruh tajuk gulma (Hess *et al.*, 1997).

Teknik aplikasi herbisida berdasarkan bidang sasaran dibagi menjadi dua kelompok yaitu herbisida yang aktif ditanah (*soil applied herbicides*) yang bekerja dengan cara menghambat perkecambahan gulma atau biji gulma yang masih berada di dalam tanah, dan *foliage applied herbicides*, yaitu herbisida yang diaplikasikan langsung pada daun gulma. Berdasarkan pada gerakan gulma sasaran, herbisida dibagi menjadi dua, herbisida kontak (non-sistemik), yaitu herbisida yang membunuh jaringan gulma yang terkena langsung oleh herbisida tersebut dan herbisida sistemik yaitu herbisida yang dapat masuk ke dalam jaringan tumbuhan dan di translokasikan ke bagian tumbuhan lainnya.

Salah satu bagian dari cara aplikasi herbisida yang baik yaitu dengan melakukan identifikasi gulma yang hendak dikendalikan. Tujuannya, agar herbisida yang diaplikasikan bekerja secara maksimal yaitu dengan menentukan areal sampel, proporsikan jenis gulma, simpulkan jenis gulma yang ada di area tersebut dan tentukan bahan aktif yang akan digunakan untuk mengendalikan gulma.

Translokasi herbisida pada tanaman terjadi melalui translokasi symplastik, translokasi herbisida dengan symplastik dapat juga disebut dengan sistem phloem. Bila herbisida diaplikasi melalui daun, maka pergerakan herbisida secara symplastik mengikuti lintasan yang sama dengan yang ditempuh gula yang

dibentuk dalam proses fotosintesis. Translokasi apoplastik system apoplast juga disebut dengan system xylem. System ini mengikuti lintasan yang sama dengan pergerakan air dan mineral yang larut didalamnya dari akar ke daun. Herbisida masuk kedalam xylem dan diangkut bersama aliran transpirasi dari akar ke daun. Kekuatan yang menarik aliran tersebut adalah pengeluaran air melalui daun dalam proses transpirasi. Interaksi antara translokasi apoplastik dan symplastik, kebanyakan herbisida di translokasikan tidak terbatas melalui salah satu sistem apoplastik dan symplastik, tapi dapat juga melalui kedua sistem itu. Namun demikian, banyak herbisida yang terutama ditranslokasikan melalui satu sistem, sedangkan herbisida lainnya terutama di translokasikan melalui sistem lain (Nasution, 1986).

Sebelum diabsorpsi oleh daun, herbisida haruslah dalam jumlah yang cukup dipermukaan daun. Ketersediaan herbisida ditentukan oleh intersepsi (*interception*) dari butir semprotan (dipengaruhi oleh sudut dan susunan daun) dan retensi dari butir-butir semprotan oleh daun. Kedua hal tersebut tergantung pada beberapa faktor seperti : sudut daun, sifat permukaan daun (adanya rambut-rambut halus dan lapisan lilin), kandungan larutan semprotan (adanya *wetting agents* dan lainnya) dan kondisi cuaca (hujan, angin dan lainnya). Penetrasi atau masuknya herbisida melalui daun terjadi melalui permukaan daun atau stomata. Diantara keduanya, umumnya penetrasi langsung melalui permukaan daun lebih penting, sedangkan melalui stomata relatif kecil. Beberapa herbisida yang bersifat menguap dan beberapa larutan masuk melalui stomata (Nasution, 1986).

Maka dari itu, penambahan surfactan bahan yang menambah sempurnanya sifat kontak herbisida dengan permukaan daun kedalam herbisida akan meningkatkan daya absorpsi. Seperti adanya kandungan bahan pembasah (*wetting agents*), *stiker* (perekat) dan lain-lain. *wetting agents* meningkatkan absorpsi melalui daun dengan merubah bahan-bahan seperti lilin dan minyak-minyak yang terdapat dalam kutikula. Jadi penambahan “ *wetting agents*” kepada herbisida yang bersifat polar berarti menambah daya meracun herbisida tersebut (Nasution, 1986).

Herbisida Glifosat

Glifosat telah menjadi herbisida global karena fleksibilitas dalam mengendalikan gulma dengan spektrum yang sangat luas pada pertanian, industri, dan domestik. Ini adalah herbisida non-selektif yang efektif dalam membunuh semua jenis tanaman termasuk rumput, tanaman keras, dan tanaman berkayu. Herbisida yang diserap ke dalam tanaman melalui daun dan jaringan tangkai lembut. Hal ini kemudian diangkut seluruh tanaman dan bertindak ke berbagai sistem enzim menghambat metabolisme asam amino. Glifosat menghambat jalur asam shikimat. Oleh karena itu, tanpa asam amino, tanaman tidak bisa membuat protein yang dibutuhkan untuk berbagai proses kehidupan, yang mengakibatkan kematian pada tanaman (Theriault, 2006).

Terjadi peningkatan shikimate di jaringan kloroplas disebabkan oleh glifosat menghambat enzim 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate syntase (EPSPS). (EPSPS) adalah enzim dalam jalur biosintesis asam amino aromatik yang terjadi pada kloroplas dan mengubah shikimate-3-phosphate (S-3-P) menjadi enolpyruvylshikimate-3-phosphate (EPSPS) dan akhirnya mengarah pada produksi

asam amino, fenilalanin dan tirosin, serta triptofan. Shikimate terbentuk pada perlakuan glifoste karena S-3-P tidak dapat dikonversi menjadi EPSP, dan karena S-3-P tidak stabil, maka cepat dikonversi menjadi shikimate yang lebih stabil dan terakumulasi (Monaco *et al.*, 2002)

Herbisida glifosat efektif mengendalikan rumput tahunan, gulma daun lebar, dan gulma yang memiliki perakaran dalam. Glifosat termasuk herbisida pasca tumbuh yang berspektum luas dan bersifat nonselektif. Cara kerja herbisida glifosat yaitu sistemik sehingga dapat mematikan seluruh bagian gulma hingga kebagian perakaran. Hal ini terjadi karena glifosat ditranslokasikan dari tempat terjadinya kontak pertama dengan herbisida menuju titik tumbuh umumnya, karena pada bagian tersebut berlangsung metabolisme aktif pada tumbuhan (Sembodo, 2010).

Herbisida Parakuat

Parakuat diinformasikan sebagai SL dalam bentuk garam diklorida, yang sangat larut dalam air dan diaplikasikan sebagai herbisida kontak untuk purna tumbuh dan bersifat non-selektif (Monaco *et al.*, 2002). Herbisida ini tidak terdegradasi pada tanaman. Sebaliknya, diubah secara reversibel dari bentuk ion menjadi radikal bebas di dalam tanaman. Namun, beberapa senyawa yang tertinggal di permukaan daun mungkin terdegradasi oleh reaksi fotokimia yang disebabkan oleh cahaya (Duke.,1985).

Parakuat memiliki kemampuan menerima elektron dari fotosistem I pada jalur fotosintesis dan menjadi radikal bebas. Bentuk dari radikal bebas menghentikan transport elektron NADP (*Nicotinamide Adenine Dinucleotide*

Phospate) dan menghambat efektifitas fungsi dari fotosistem I. Jaringan tanaman akan mengalami kerusakan membran dan akhirnya mati (Monaco *et al.*, 2002).

Herbisida Amonium Glufosinat

Glufosinat diformulasikan sebagai SL dan bersifat non-selektif serta purna tumbuh. Glufosinat memiliki tingkat kelarutan 1,370,000 mg/l (ppm), suhu 26°C, dan paruh waktu 7 hari dalam tanah. Herbisida ini diaplikasikan ke daun dan tidak berpengaruh pada aktivitas tanah. Gejalanya meliputi klorosis, yang kemudian diikuti oleh nekrosis, biasanya mulai berkembang dalam 3 sampai 5 hari setelah aplikasi (Monaco *et al.*, 2002).

Mekanisme glufosinat secara langsung menghambat enzim glutamin sintetase (GS) dalam jalur asimilasi nitrogen tanaman. GS adalah enzim yang bertanggung jawab untuk mengubah glutamat ditambah amonia (NH₃) menjadi glutamin mengakibatkan penurunan kadar glutamin, yang pada gilirannya mengakibatkan penurunan asam amino tanaman lainnya (glutamat, aspartat, asparagin, dalanin dan serin) sintesis utamanya bergantung pada keberadaan glutamin. Glufosinate mengganggu metabolisme nitrogen penting (asimilasi nitrogen) reaksi sintesis pada tanaman menghambat pembentukan glutamin dan glutamat. Akibatnya, aliran elektron dalam fotosintesis secara tidak langsung terhambat melalui penurunan donor amino dari glutamat menjadi glyoxylate. Aplikasi glyoxylate dapat mengurangi fiksasi karbon dalam siklus Calvin yang menghambat reaksi cahaya pada fotosintesis. Penghambatan aliran elektron dalam fotosintesis menyebabkan induksi peroksidasi lipid (kerusakan membran) dari pemupukan klorofil (Monaco *et al.*, 2002)

Status atau Keberadaan Resistensi Herbisida Secara Global dan Nasional

Pada awal 2012, 372 biotipe tahan herbisida yang telah dikonfirmasi di seluruh dunia. Amerika Serikat memiliki 139 biotipe ini, Australia 60, Kanada 52, Prancis dan Spanyol 33 masing-masing, Brasil 25, Jerman 26, Israel 27, Inggris 24, dan 1-19 di sebagian besar negara lain dengan pertanian intensif. Masing-masing biotipe ini tahan terhadap setidaknya satu MOA herbisida (cara kerja herbisida) dan banyak MOA telah memilih sejumlah gulma resisten. Sebagai contoh, 116 biotipe gulma tahan terhadap acetolactate synthase (ALS), menghambat herbisida (misalnya Chlorimuron, pyriproxyfen, imazaquin) dan ada 21 biotipe yang resisten glifosat 13 di antaranya di Amerika Serikat. Namun, munculnya gulma tahan herbisida tidak dimulai dengan tanaman tahan herbisida, gulma tahan telah berevolusi dalam kultivar tanaman konvensional di seluruh dunia dari tekanan seleksi ditempatkan pada mereka dari penggunaan herbisida berulang. Sebuah tanaman tidak berevolusi resistensi karena herbisida menyebabkan perubahan genetik pada tanaman yang membuatnya tahan.

Sebaliknya, beberapa tanaman dengan ketahanan alami terhadap herbisida bertahan hidup dari aplikasi herbisida, dan ketika tanaman tersebut bereproduksi dan setiap generasi terpapar herbisida, jumlah tanaman resisten dalam populasi meningkat hingga mereka mendominasi populasi tanaman yang rentan (Vencil, 2012).

***E.indica* Resisten-Glifosat di Perkebunan Kelapa Sawit**

Perkebunan kelapa sawit di Sumatera Utara memiliki luas 1.630.744 ha dengan produktivitas sebesar 4,05 ton/ha pada tahun 2020 dengan penyebaran lahan yang dominan pada perkebunan rakyat seluas 730.410 ha, diikuti perkebunan swasta seluas 579.889 ha dan perkebunan negara seluas 320.445 ha (Direktorat Jendral Perkebunan, 2020). Menurut Lubis *et al.* (2012) *E. indica* sudah resisten terhadap glifosat di kebun kelapa sawit Adolina Sumatra Utara. Sebelum penemuan ini, telah ada dua kasus resistensi untuk biotipe ini di dua region lainnya yaitu di perkebunan buah-buahan di Malaka dan di Teluk Intan, Perak, Malaysia pada tahun 1997 dimana diketahui bahwa *E. indica* pada wilayah ini telah mengalami resistensi berganda (*multiple resistance*) serta di perkebunan kopi di Colombia, Caldas pada tahun 2006. Sedangkan *E. indica* yang resisten parakuat ditemukan di kebun sayuran di Malaysia, Penang pada tahun 1990. Wilayah tempat penemuannya meliputi Pahang, Trengganu, Perak, Johore, Kedah, Selangor, dan Penang. Selain itu juga ditemukan di USA, Florida pada pertanaman tomat pada tahun 1996. Di PT Perkebunan Nusantara II (PTPN II) Kebun Sawit Seberang telah terjadi resistensi di salah satu areal pembibitan kelapa sawit dimana populasi *E. indica* tidak dapat lagi dikendalikan dengan glifosat.

Pengelolaan *E. indica* Resisten Herbisida

Salah satu spesies gulma yang sudah mengalami resistensi terhadap herbisida glifosat yaitu rumput belulang *E.indica*. Gulma ini tergolong agresif karena pertumbuhannya yang kuat dan dapat menghasilkan produksi biji yang melimpah. Belulang dapat tumbuh mencapai 3 kaki atau 1 meter dan menyebar

dengan memperbanyak diri melalui biji (Uva *et al.*, 1997).. Gulma *E. indica* pada perkebunan kelapa sawit telah dilaporkan resisten herbisida glifosat sebesar 65,56% di provinsi Sumatera Utara, Indonesia (Tampubolon *et al.*, 2019).

Status ini menandakan kegagalan perusahaan perkebunan dalam mengendalikan dan mencegah penyebaran biji gulma ini. Perusahaan selalu melakukan pengendalian gulma ini menggunakan herbisida yang sejenis dan beberapa dosis yang mengakibatkan beberapa spesies bertahan hidup. Satu sisi perkebunan kelapa sawit biasanya melakukan pengendalian gulma dengan rotasi 3-4 bulan, sehingga pada rotasi yang berikutnya gulma ini sudah tumbuh dan menghasilkan biji pada waktu yang tergolong cepat. Takano *et al.*, (2016) menyatakan *E. indica* dapat menghasilkan biji pada 38 hari setelah berkecambah dan jumlah bijinya mengalami peningkatan sampai umur 70 hari. Munthe *et al.*, (2016) juga menambahkan bahwa seedbank *E. indica* pada kedalaman tanah 0-5 cm lebih banyak tumbuh (86,25%) dibandingkan kedalaman lainnya (5-20 cm).

Teknik pengelolaan *E. indica* resisten herbisida dapat dilakukan dengan menggunakan rotasi *mode of action* herbisida (Nandula *et al.*, 2005). Rotasi *mode of action* herbisida dapat dilakukan dengan pengaplikasian herbisida pra tumbuh dan kemudian di ikuti dengan herbisida purna tumbuh.