

**VEGETATIVE GROWTH RESPONSE OF *Cyperus kyllingia* ON
POLLUTED LAND OIL AND HANDOUT DESIGN POTENTIAL
ANALYSIS IN GROWTH AND DEVELOPMENT MATERIALS
IN SENIOR HIGH SCHOOL GRADE XII**

Rika Efrianti¹, Sri Wulandari², Suwondo³

*email: rikaefirianti@gmail.com +685265224095, wulandari_sri76@yahoo.co.id,
wondo_su@yahoo.com

*Biology Education Department
Faculty of Teacher Training and Education
University of Riau*

Abstract: *This research was conducted to find out the growth response of *Cyperus kyllingia* on soil contaminated with petroleum waste which used for handout design on growth material and development of XII SMA class which was conducted in November 2016 until February 2017. This research is descriptive quantitative research to know the response of *Cyperus kyllingia* that planted on soil contaminated with petroleum waste with different concentrations of Total Petroleum Hydrocarbon TPH, while handout design analysis was conducted in two stages, namely the analysis and design phase. Parameters used include degradation rate (%) TPH and vegetative growth of crops, ie shoot number, stem height, leaf length, wet weight and dry weight of plant. The data obtained were analyzed descriptively quantitatively. The results showed that the *Cyperus kyllingia* plant was able to grow on contaminated soil of petroleum waste. The response of plants in the face of stress can be seen in vegetative growth in the form of growth of shoot number, stem height and leaf length. The higher the concentration of TPH on the soil the lower the growth rate. *Cyperus kyllingia* plant has the ability to degrade TPH with a percentage of 0.32-0.39%. The results can be developed into handouts on the growth and development for grade XII SMA.*

Key Word: *Vegetative Growth, *Cyperus kyllingia*, Polluted Land, Handout.*

RESPON PERTUMBUHAN *Cyperus kyllingia* PADA TANAH TERCEMAR LIMBAH MINYAK BUMI DAN ANALISIS POTENSI RANCANGAN HANDOUT PADA MATERI PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN KELAS XII SMA

Rika Efrianti¹, Sri Wulandari², Suwondo³

*email: rikaefrianti@gmail.com +685265224095, wulandari_sri76@yahoo.co.id, wondo_su@yahoo.com

Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan PMIPA FKIP
Universitas Riau

Abstrak: Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui respon pertumbuhan *Cyperus kyllingia* pada tanah tercemar limbah minyak bumi yang dimanfaatkan untuk rancangan *handout* pada materi pertumbuhan dan perkembangan kelas XII SMA yang dilaksanakan pada bulan November 2016 hingga Februari 2017. Penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif untuk mengetahui respon pertumbuhan tanaman *Cyperus kyllingia* yang ditanam pada tanah tercemar limbah minyak bumi dengan konsentrasi *Total Petroleum Hydrocarbon* TPH yang berbeda, sedangkan analisis rancangan *handout* dilakukan dengan dua tahap, yaitu tahap analisis dan desain. Parameter yang digunakan meliputi tingkat degradasi (%) TPH serta pertumbuhan vegetatif tanaman yaitu jumlah tunas, tinggi batang, panjang daun, berat basah dan berat kering tanaman. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman *Cyperus kyllingia* mampu tumbuh pada tanah tercemar limbah minyak bumi. respon tanaman dalam menghadapi cekaman terjadi dapat dilihat pada pertumbuhan vegetatif berupa pertumbuhan jumlah tunas, tinggi batang dan panjang daun. Semakin tinggi konsentrasi TPH pada tanah maka laju pertumbuhannya semakin rendah. Tanaman *Cyperus kyllingia* memiliki kemampuan mendegradasi TPH dengan persentase 0,32-0,39%. Hasil penelitian dapat dikembangkan menjadi *handout* pada materi pertumbuhan dan perkembangan kelas XII SMA.

Kata Kunci: Pertumbuhan Vegetatif, *Cyperus kyllingia*, Tanah Tercemar, *Handout*.

PENDAHULUAN

Riau merupakan daerah yang kaya akan sumber daya seperti minyak, gas bumi, emas dan sumber daya alam lainnya. Provinsi ini penghasil minyak terbesar di Indonesia yang mampu memproduksi kurang lebih 700.707 barrel minyak mentah dan 95.540 barrel kondensat per harinya (Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2014). Kegiatan eksplorasi dan produksi minyak bumi menimbulkan dampak positif seperti menambah devisa negara, memperluas lapangan kerja, penghasil bahan bakar dan sumber energi. Selain itu, kegiatan ini juga berpotensi menimbulkan kontaminasi minyak pada tanah, misalnya dari kegiatan operasional, kebocoran pipa, maupun akumulasi timbunan limbah minyak. Menurut Sri Pertiwi, *dkk* (2013) tumpahan, cecceran, kebocoran dan/atau penimbunan limbah minyak bumi dari kegiatan industri akan menyebabkan tanah mengandung hidrokarbon.

Karakteristik tanah yang tercemar limbah minyak bumi adalah berwarna hitam, berbau minyak, dan mengandung *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH). Menurut Nugroho (2006) TPH ialah komponen hidrokarbon yang terdiri dari senyawa organik berupa hidrogen dan karbon yang sering dinyatakan dalam satuan mg hidrokarbon/kg tanah. Konsentrasi TPH pada tanah mengindikasikan tingkat tercemarnya tanah. Menurut Kozlowski dan Munawar dalam Andi Irwansyah, *dkk* (2013) keberadaan hidrokarbon dalam suatu lingkungan dapat menyebabkan perubahan pada tingkatan biokimia sel kemudian diikuti oleh perubahan fisiologi tumbuhan dan dapat mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman.

Fenomena masih ditemukannya tanaman yang mampu tumbuh pada tanah tercemar limbah minyak bumi menarik untuk diteliti. Menurut Aprill & Sims (1990) kelompok tanaman seperti rumput-rumputan berpotensi sangat besar dibandingkan dengan tanaman lainnya karena sistem perakarannya yang sangat banyak, kuat, dan menyebar dalam tanah. Selain mampu tumbuh pada kondisi tercekam, tanaman rumput juga memiliki kemampuan dalam mendegaradasi polutan pada tanah. Kemampuan tanaman rumput mengindikasikan tanaman rumput memiliki tingkat *survival* hidup yang tinggi.

Pertumbuhan tanaman pada lahan tercemar limbah minyak bumi akan menyebabkan perubahan pada tingkat biokimia sel kemudian diikuti dengan perubahan fisiologi tanaman dan dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Adanya cekaman kadar polutan seperti kandungan hidrokarbon dapat menimbulkan respon pertumbuhan yang berbeda. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Budhi Priyanto (2012) perubahan respon tanaman dapat dilihat berdasarkan pertumbuhan vegetatif pada akar, batang dan daun.

Pada kenyataannya, di sekolah pembelajaran biologi masih didominasi dengan metode ceramah, interaksi antara subjek belajar dengan objek belajar biologi masih minim dan guru-guru biologi belum banyak berkarya untuk mengembangkan sumber belajar yang berbasis potensi lokal maupun berbasis karakteristik siswa. Guru masih banyak menggunakan sumber belajar yang tersedia di pasaran dalam bentuk gambar dan buku teks yang kurang bervariasi pada konsep pertumbuhan dan perkembangan yang tidak cocok dengan kondisi atau potensi sekolah maupun karakteristik siswa, sehingga diperlukan pengayaan sumber belajar yang lebih menarik dan kontekstual yang dapat membantu proses pembelajaran lebih efektif dan efisien.

Salah satu sumber belajar yang dapat dikembangkan adalah handout, menurut Pratowo (2011), handout adalah bahan ajar tertulis yang disiapkan oleh guru untuk memperkaya pengetahuan peserta didik. Kurangnya ketersediaan dan penggunaan handout dalam proses pembelajaran di sekolah menjadi kendala penting yang harus diatasi, sehingga perlu diadakan usaha dalam pengembangannya. Hasil dari penelitian yang didapatkan adalah data respon pertumbuhan tanaman rumput pada kondisi tercekam dan data pemanfaatan tanaman *Cyperus kyllingia* dan *Paspalum notatum* dalam menurunkan konsentrasi TPH pada tanah tercemar limbah minyak bumi. Berdasarkan hasil analisis terhadap kurikulum 2013 data hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan pengayaan pada beberapa materi pembelajaran salah satunya pada kelas XII, KD 3.1: “Menganalisis hubungan antara faktor internal dan eksternal dengan proses pertumbuhan dan perkembangan pada makhluk hidup”. Dimana salah satu indikator pencapaian kompetensi yang harus dimiliki adalah siswa mampu menjelaskan hubungan lingkungan dengan pertumbuhan dan perkembangan suatu organisme. Data hasil penelitian akan disajikan dalam bentuk *handout*.

Berdasarkan hal tersebut, terdapat rumusan masalah yaitu, (1) bagaimana respon pertumbuhan *Cyperus kyllingia* pada tanah tercemar limbah minyak bumi, (2) seberapa besar penurunan konsentrasi TPH oleh *Cyperus kyllingia* yang tumbuh pada tanah tercemar limbah minyak bumi, (3) bagaimana data hasil penelitian digunakan sebagai potensi rancangan *handout* pada materi pertumbuhan dan perkembangan kelas XII SMA. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui respon pertumbuhan *Cyperus kyllingia* pada tanah tercemar limbah minyak bumi dan analisis potensi rancangan *handout* pada materi pertumbuhan dan perkembangan kelas XII SMA.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2016 hingga Februari 2017. Analisis *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) dilakukan di Laboratorium Pengujian dan Analisa Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau, sedangkan penanaman rumput tanaman *Paspalum notatum* dan *Cyperus kyllingia* pada tanah tercemar limbah minyak bumi dilakukan di Laboratorium Alam Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *polybag* ukuran 10,5 x 15 cm, timbangan, cangkul, parang, oven, cawan porselin, timbangan analitik, penggaris, kamera dan alat tulis (Lampiran 3). Bahan yang digunakan adalah dua jenis tanaman rumput kenop (*Cyperus kyllingia*) dan tanah tercemar limbah minyak bumi.

Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif untuk mengetahui respon pertumbuhan tanaman *Cyperus kyllingia* yang ditanam pada tanah tercemar limbah minyak bumi dengan konsentrasi TPH yang berbeda. Penelitian penanaman *Cyperus kyllingia* dilakukan dengan, pengambilan sampel tanah tercemar limbah minyak bumi yang berasal dari area eksplorasi dan eksploitasi pertambangan migas, (2) tahap pembibitan *Cyperus kyllingia* pada tanah kebun, (3) tahap pembuatan media tanam, dengan pertimbangan tingkat kemampuan adaptasi tanaman pada kondisi tercekam, komposisi media tanam yang digunakan adalah 75% tanah tercemar limbah minyak bumi + 25% kebun untuk melihat respon pertumbuhan kedua jenis tanaman pada tanah tercemar limbah minyak bumi dengan konsentrasi TPH berbeda.

Setelah komposisi media tanaman ditentukan, dilakukan pengujian TPH awal media tanaman dengan cara mengambil sampel media tanaman yang belum ditumbuhi

secara komposit. Selanjutnya dilakukan tahap penanaman untuk memindahkan rumput dari tahap pembibitan ke media tanam yang sudah disiapkan. Rumput yang akan dipindahkan telah memiliki jumlah daun 2 dan memiliki ukuran tinggi seragam sekitar 7 cm, sebanyak 5 buah tunas di dalam polybag. Penanaman dilakukan selama 8 minggu untuk mengetahui pertumbuhan vegetatif tanaman. Agar tumbuhan tetap hidup dilakukan tahap pemeliharaan.

Parameter penelitian yang diukur adalah TPH tanah Tercemar Limbah Minyak Bumi mengacu pada Fitrah Riau (2016) yang dilakukan di Laboratorium Pengujian dan Analisa Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau. Setelah data TPH awal dan akhir media tanam diketahui, maka dilakukan perhitungan persentase degradasi TPH dengan rumus:

$$\text{Penurunan nilai TPH} = \frac{\text{TPH}_{\text{awal}} - \text{TPH}_{\text{akhir}}}{\text{TPH}_{\text{awal}}} \times 100\% \text{ (Pikoli, 2000)}$$

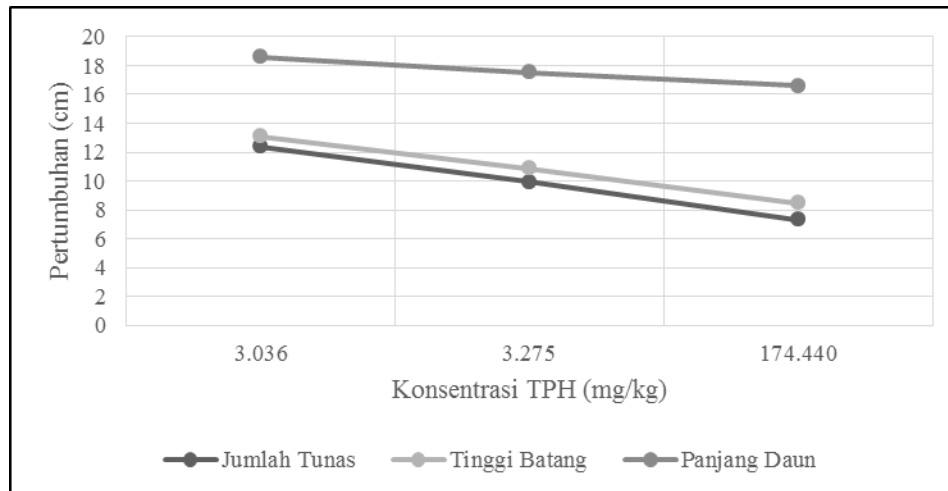
Respon pertumbuhan vegetatif tanaman dilakukan dengan mengukur pertambahan jumlah tunas, tinggi batang dan panjang daun dilakukan 1 minggu sekali selama 8 minggu atau 2 bulan penanaman. Pada akhir penanaman dilakukan pengukuran berat basah dan berat kering *Cyperus kyllingia* untuk mengetahui tingkat akumulasi bahan organik pada tanaman.

Berdasarkan hasil analisis secara deskriptif untuk mengetahui apa yang terjadi dengan memberikan penjelasan berdasarkan fakta-fakta yang diperoleh dengan data hasil pengukuran pertumbuhan vegetatif tanaman pada tanah tercemar limbah minyak bumi dengan konsentrasi TPH yang berbeda, maka akan selanjutnya akan dilakukan Perancangan *handout* dengan melakukan analisis dan pendesainan terhadap *handout* yang ingin dikembangkan. Tahap analisis peneliti melakukan beberapa analisis kebutuhan yaitu analisis kurikulum dan analisis silabus. Selanjutnya peneliti melakukan analisis silabus sebagai lanjutan analisis kurikulum berupa silabus yang dikeluarkan oleh Kemendikbud tahun 2013. Setelah itu dilakukan pendesainan *handout* yang mengacu pada format Permendiknas (2008).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Vegetatif *Cyperus kyllingia*

Hasil pengukuran rerata jumlah tunas, tinggi batang dan panjang daun *Cyperus kyllingia* pada tanah tercemar limbah minyak bumi dengan konsentrasi TPH berbeda selama 8 minggu penanaman disajikan pada gambar 4.1.



Gambar 1 Rerata Pertumbuhan Jumlah Tunas, Tinggi Batang, Panjang Daun *Cyperus kyllingia* pada Tanah Tercemar Limbah Minyak Bumi dengan Konsentrasi TPH Berbeda selama 8 minggu penanaman.

Respon pertumbuhan vegetatif *Cyperus kyllingia* pada tanah tercemar limbah minyak bumi dengan konsentrasi TPH berbeda dapat dilihat adanya kecenderungan penurunan pertumbuhan jumlah tunas, tinggi batang dan panjang daun. Semakin tinggi konsentrasi TPH maka pertumbuhan *Cyperus kyllingia* juga terhambat. Terhambatnya proses pertumbuhan dikarenakan tingginya konsentrasi hidrokarbon sehingga tanaman kekurangan nutrisi, menurut Kozłowski dan Munawar dalam Andi Irwansyah, *dkk* (2013) keberadaan hidrokarbon dalam suatu lingkungan dapat menyebabkan perubahan pada tingkatan biokimia sel kemudian diikuti oleh perubahan fisiologi tumbuhan dan dapat mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman. Menurut Munawar dalam Andri Irwansyah, *dkk* (2013) keberadaan hidrokarbon pada suatu lingkungan mengakibatkan terancamnya kehidupan tanaman karena senyawa hidrokarbon bersifat toksik bagi tanaman.

Keberhasilan tanaman yang tumbuh pada tanah tercemar limbah minyak bumi antara lain ditentukan oleh luasnya penetrasi akar ke dalam tanah yang tercemar minyak. Rumput yang mempunyai stolon atau rizoma dapat menyebar dan menguasai areal tumbuh dengan cepat karena membentuk perakaran yang intensif pada setiap buku stolon atau rizoma. Parameter yang mencerminkan kemampuan itu adalah jumlah anakan atau tunas. Tunas merupakan bagian tumbuhan yang baru tumbuh untuk menjadi individu baru. Banyaknya pertumbuhan tunas pada tanah tercemar limbah minyak bumi mengindikasikan tanaman mampu terus tumbuh pada kondisi tercemar. Menurut Budhi Priyanto (2012) pertumbuhan tunas yang membentuk individu baru erat kaitannya dengan pertumbuhan akar.

Respon pertumbuhan batang tanaman *Cyperus kyllingia* juga mengalami kecenderungan penurunan. Pertumbuhan tanaman *Cyperus kyllingia* pada tanah tercemar limbah minyak bumi dengan konsentrasi TPH yang berbeda memiliki rerata tinggi batang 8,46-13,09 cm. Hal ini dikarenakan karakteristik dari batang rumput *Cyperus kyllingia* yang terus mengalami pertumbuhan. Pertumbuhan tinggi batang tanaman *Cyperus kyllingia* yang baik mengindikasikan kemampuan adaptasi dan respon pertumbuhan tanaman yang baik pada kondisi tercemar. Peningkatan tinggi tanaman diakibatkan adanya penambahan bahan organik. Hal ini sejalan dengan morfologi akar

tanaman *Cyperus kyllingia* yang mampu menyebar di dalam tanah untuk mengambil air dan unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan. Menurut Harjadi dalam Bonauli Christianoyd Siahaan *et al* (2014) tersedianya unsur hara dalam jumlah yang cukup dan seimbang untuk pertumbuhan tanaman, menyebabkan proses pembelahan, pembesaran dan pemanjangan sel akan berlangsung cepat yang mengakibatkan beberapa organ tanaman tumbuh cepat.

Pertumbuhan tanaman *Cyperus kyllingia* pada tanah tercemar limbah minyak bumi dengan konsentrasi TPH yang berbeda memiliki rerata panjang daun 16,6-18,6 cm. Hal ini mengindikasikan kemampuan tanaman yang mampu tumbuh baik pada tanah tercemar limbah minyak bumi. Pertumbuhan jumlah daun berbanding lurus dengan air dan unsur hara yang diserap akar tanaman. Rumput ini memiliki toleransi yang tinggi pada polutan yang ada di dalam tanah. Dermawan dan Baharsyah dalam Mairusmianti (2011) menyatakan bahwa daun merupakan organ penting tanaman sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis yang hasilnya disalurkan ke seluruh tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan.

Tanaman rumput merupakan tanaman C4 sehingga diduga mampu tumbuh baik pada kondisi tercekam. Hal ini diduga karena adanya morfologi yang khas pada daun. Menurut Nio Song Ai (2012) anatomi daun tumbuhan C4 unik yang dikenal dengan anatomi Kranz, yaitu terdapat sel-sel seludang parenkim yang mengelilingi ikatan pembuluh dan memisahkannya dengan sel-sel mesofil. Pada tumbuhan C4 terdapat pembagian kerja antara sel-sel mesofil dan sel-sel seludang parenkim, yaitu pembentukan asam malat dan aspartat dari CO₂ terjadi di sel-sel mesofil, sedangkan daur Calvin berlangsung di sel-sel seludang parenkim. Pada tanaman C4 sel mesofilnya memiliki enzim PEP Karboksilase, dimana afinitas yang tinggi dari PEP karboksilase terhadap CO₂ menyebabkan tumbuhan C4 mempunyai kemampuan yang besar dibandingkan dengan tumbuhan untuk menyerap CO₂ dari atmosfer.

Konsentrasi CO₂ yang rendah biasanya terdapat dalam ruang antar sel jika stomata tertutup. Keadaan ini dapat terjadi dalam tumbuhan di lapangan selama periode keadaan air rendah. Di bawah cekaman ("*stress*") lingkungan yang demikian, tumbuhan C4 jauh lebih mampu untuk tumbuh dari pada tumbuhan C3. Hanya apabila konsentrasi CO₂ sangat tinggi, lebih tinggi dari 300 ppm yang biasanya terdapat dalam udara, laju fotosintesis dalam tumbuhan C3 menjadi sama dengan tumbuhan C4.

Biomasa Tanaman

Biomasa tanaman *Paspalum notatum* dan *Cyperus kyllingia* di hitung dengan menimbang berat basah dan berat kering akar, batang dan daun. Hasil rerata berat basah dan berat kering tanaman *Paspalum notatum* dan *Cyperus kyllingia* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Rerata Berat Basah dan Berat kering akar, batang dan daun tanaman *Paspalum notatum* dan *Cyperus kyllingia* pada tanah tercemar limbah minyak bumi dengan konsentrasi TPH berbeda selama 8 minggu penanaman.

Konsentrasi TPH	<i>Cyperus kyllingia</i>			
	Akar (gr)		Batang dan Daun (gr)	
	BB	BK	BB	BK
Area Dumai (174.440 mg/kg)	6,12	0,25	2,04	0,15
Area Duri (3.275 mg/kg)	9,93	1,50	3,87	0,25
Area Minas (3.036 mg/kg)	15,26	2,04	8,91	0,38

Keterangan: BB = Berat Basah; BK = Berat Kering.

Berat basah akar tanaman *Cyperus kyllingia* berkisar 6,12-15,26 gr. Berat basah batang dan daun tanaman ini lebih rendah dibandingkan dengan berat basah akar. Berat basah batang dan daun tanaman *Cyperus kyllingia* berkisar 0,15-0,38 gr. Faktor yang mempengaruhi berat basah akar lebih besar dibandingkan dengan batang dan daun dikarenakan adanya akumulasi air dan minyak yang diserap oleh akar tanaman. Akar merupakan organ tanaman yang bersentuhan langsung dengan minyak pada tanah. Diduga di akar terjadi akumulasi polutan paling banyak dibandingkan dengan organ lain. Berat basah akar tanaman berbanding lurus dengan pertumbuhan tunas tanaman. Semakin tinggi berat basahnya maka penyerapan air dan minyak diduga semakin tinggi pula. Menurut Sitompul dan Guritno (1995) selain bahan organik, kandungan air juga mempengaruhi berat basah tanaman.

Pada perhitungan berat kering tanaman menunjukkan organ akar tanaman ini memiliki berat kering yang banyak dibandingkan berat kering batang dan daun. Berat kering akar tanaman *Cyperus kyllingia* berkisar 0,25 -2,04 gr dan berat kering batang dan daun berkisar 0,15-0,38 gr. Hal ini dikarenakan berat kering mencerminkan akumulasi senyawa organik yang berhasil disintesis tanaman. Tinggi dan rendahnya berat kering tanaman dapat dipengaruhi bahan organik yang ada pada tanah tercemar, jika penyerapan unsur hara oleh tanaman berjalan dengan baik dimana berpengaruh dalam menaikkan proses fotosintesis. Penyerapan unsur hara ini erat kaitannya dengan pertumbuhan akar tanaman. Jika hasil fotosintesis semakin banyak, maka berat kering tanaman pun akan meningkat. Mimbar (1990) menambahkan peningkatan berat kering tanaman sejalan dengan perkembangan tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun serta perkembangan tongkol dan biji.

Persentase Degradasi TPH

Hasil analisis degradasi TPH oleh tanaman *Paspalum notatum* dan *Cyperus kyllingia* pada tanah tercemar limbah minyak bumi dengan konsentrasi TPH berbeda disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Degradasi TPH oleh Tanaman *Paspalum notatum* dan *Cyperus kyllingia* pada Tanah Tercemar Limbah Minyak Bumi dengan Konsentrasi TPH Berbeda.

Konsentrasi TPH	Penurunan Nilai TPH		
	<i>Cyperus kyllingia</i>		
	Awal (mg/kg)	Akhir (mg/kg)	% Degradasi
Area Dumai (174.440 mg/kg)	174.440	118.140	0,32
Area Duri (3.275 mg/kg)	3.275	2.141,33	0,32
Area Minas (3.036 mg/kg)	3.036	1.842,67	0,39

Tanaman *Cyperus kyllingia* memiliki kemampuan yang baik dalam mendegradasi TPH dengan persentase 0,32-0,39%. Tanaman ini memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi pada lingkungan tercekam. Dalam mendegradasi TPH tanaman melakukan proses metabolisme dan fisiologi di dalam tubuhnya, hal ini sesuai dengan pendapat EPA (2000) bahwa terdapat tiga jalur yang dilakukan tanaman rumput dalam proses mendegradasi TPH yaitu fitostabilisasi, fitotransformasi dan fitostimulasi. Ketiga jalur tersebut dilakukan secara bersamaan maupun tidak oleh tanaman rumput *Paspalum notatum* dan *Cyperus kyllingia*.

Kemampuan degradasi hidrokarbon oleh *Cyperus kyllingia* diduga karena morfologi akar dari tanaman ini mempengaruhi proses fitoremediasi yang dilakukan. Tanaman *Cyperus kyllingia* memiliki akar serabut. Menurut Bonauli Christianoyd Siahaan *et al* (2014) sistem perakaran serabut, yang terdiri dari banyak akar halus menyebar ke seluruh tanah akan memberikan kontak maksimum dengan tanah karena luasnya permukaan akar.

Akar tanaman *Cyperus kyllingia* tumbuh menyebar pada tanah tercemar limbah minyak bumi. Hal ini menunjukkan bahwa daya menembus dan adaptasi akar tanaman baik. Akar berfungsi dalam menyerap air dan unsur hara dari dalam tanah. Pertumbuhan akar tanaman *Cyperus kyllingia* yang menyebar mengindikasikan bahwa akar tetap aktif menembus tanah untuk mencari sumber air dan unsur hara. Penyebaran akar tanaman di dalam tanah memperluas penyerapan hara. Menurut Dhinny Rizky Amalia, *dkk* (2012) salah satu ciri morfologi tanaman *Cyperus kyllingia* adalah memiliki akar serabut yang tumbuh menyamping dengan membentuk umbi yang banyak dan tiap umbi mempunyai mata tunas sehingga tumbuhan ini memiliki akar yang menyebar didalam tanah.

Analisis Potensi dan Pengembangan Rancangan *Handout* Pembelajaran dari Hasil Penelitian

Tahap analisis melihat kurikulum yang digunakan di sekolah. Analisis kurikulum melihat silabus yang dikeluarkan oleh pemerintah sebagai langkah awal untuk mengetahui apa yang akan dipelajari peserta didik sesuai dengan tuntutan kurikulum, sehingga membantu merumuskan arah perancangan *Handout*. Tahap kedua yang dilakukan yaitu tahap analisis materi pembelajaran.

Selanjutnya dilakukan tahap analisis pencocokan hasil penelitian dengan materi pembelajaran di sekolah. Berdasarkan hasil analisis, data tentang kemampuan tanaman dalam mendegradasi TPH dan mampu hidup pada kondisi tercekam dijadikan sebagai materi pengayaan pada mata pelajaran Biologi kelas X SMA yaitu KD 3.11. Sedangkan data respon pertumbuhan tanaman *Paspalum notatum* dan *Cyperus kyllingia* dan responnya pada tanah tercemar limbah minyak bumi bisa dijadikan pengayaan pada

kelas XII yakni KD 3.1. Data hasil penelitian dapat dijadikan rancangan *Handout* pada materi ini. Berdasarkan tahap analisis potensi yang dilakukan, maka bahan ajar yang bisa dikembangkan dan sesuai dengan data hasil penelitian adalah *handout*.

Tabel 3. Kompetensi Dasar (KD) yang dapat dikembangkan dalam bentuk rancangan sumber belajar dari hasil penelitian data primer pada satuan pendidikan SMA.

Kelas	KD	Uraian Materi	Potensi Pengembangan
X	KD 3.11: Menganalisis data perubahan lingkungan dan penyebab, serta dampak dari perubahan-perubahan tersebut bagi kehidupan.	Kerusakan lingkungan dan upaya pelestariannya.	<i>Handout</i>
XII	KD 3.1: Menganalisis hubungan antara faktor internal dan eksternal dengan proses pertumbuhan dan perkembangan pada makhluk hidup.	Faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan.	<i>Handout</i>

Setelah dilakukan analisis terhadap silabus maka dilakuka tahap desain yaitu tahapan yang dilakukan dalam merancang konsep materi yang berkaitan dengan fakta dan data yang didapatkan dari hasil penelitian. Kemudian merancang indikator dan indikator pencapaian kompetensi yang harus dicapai siswa, dan merancang butir soal objektif maupun essay sebagai instrument evaluasi siswa yang mengacu pada indikator pencapaian kompetensi. Menurut Enggia Pradipta, dkk (2014) penyusunan format *handout* terdiri atas: (a) cover, yang memuat judul, gambar dari materi, kelas serta bagian identitas siswa. (b) bagian isi, yakni berisi tentang penjabaran KI-KD, indikator serta tujuan dari pembelajaran. Kemudian dilanjutkan dengan penjabaran materi dan evaluasi.

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Simpulan

1. Tanaman *Cyperus kyllingia* mampu tumbuh pada tanah tercemar limbah minyak bumi. Respon tanaman dalam menghadapi cekaman terjadi dapat dilihat pada pertumbuhan vegetatif berupa pertumbuhan jumlah tunas, tinggi batang dan panjang daun. Semakin tinggi konsentrasi TPH pada tanah maka laju pertumbuhannya semakin rendah.
2. Tanaman *Cyperus kyllingia* memiliki kemampuan yang baik dalam mendegradasi TPH dengan persentase 0,32-0,39%.

3. Hasil penelitian respon pertumbuhan tanaman *Cyperus kyllingia* pada tanah tercemar limbah minyak bumi dengan konsentrasi TPH yang berbeda dijadikan sebagai pengayaan sumber belajar berupa *handout* pada materi pertumbuhan dan perkembangan kelas XII SMA.

Rekomendasi

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap respon pertumbuhan tanaman lainnya pada kondisi tanah tercemar limbah minyak bumi.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi Irwansyah, Jumini dan Syafruddin. 2012. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Tanah (*Arachis Hypogea L.*) akibat Pengaruh Dosis Pupuk N dan P pada Kondisi Media Tanam Tercemar Hidrokarbon. Skripsi tidak dipublikasikan. Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala Darussalam. Banda Aceh.
- Aprill W & RC Sims. 1990. Evaluation of the use of prairie grasses for stimulating polycyclic aromatic hydrocarbon treatment in soil. *Chemosphere* 20:253-265. Faculty of Infomatics, Science and Technology. University of Western Sydney. Sydney.
- Bonauli Christianoyd Siahaan et al. 2014. Fitoremediasi Tanah Tercemar Merkuri Menggunakan *Lindernia Crustacea*, *Digitaria Radicosaa*, dan *Cyperus Rotundus* serta Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 1 (2): 35-41. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Surabaya.
- Budhi Priyanto dan Joko Prayitno. 2000. Fitoremediasi sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khususnya Logam Berat. (Online) <http://lfl.bppt.tripod.com/sublab/lflora1.html>. (diakses 4 Juni 2016).
- Enggia Pradipta, Helendra dan Meliya Wati. 2014. Pengembangan *Handout* Bergambar dilengkapi Peta Pada Materi Alat Indera untuk SMP. *Jurnal Pendidikan*.
- EPA. 2001. Themephos Facts, United States Prevention, Pesticides EPA Environmental Protection and Toxic Substances Agency. (Online) <http://www.epa.gov/pesticides/op/> (diakses 01 November 2016).
- M. R. Uluputty. 2014. Gulma Utama pada Tanaman Terung di Desa Wanakarta Kecamatan Waeapo Kabupaten Buru. *Jurnal Agrologia*. 3 (1): 37-43. Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Pattimura. Ambon.

- Mairusmianti. 2011. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Akar dan Pupuk Daun terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bayam (*Amaranthus hybridus*) dengan Metode Nutrient Film Technique (NFT). Skripsi tidak dipublikasikan. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Nio Song Ai. 2012. Evolusi Fotosintesis Pada Tumbuhan. *Jurnal Ilmiah Sains* 12 (1). Program Studi Biologi FMIPA, Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Nugroho, A. 2003. *Bioremediasi Hidrokarbon Minyak Bumi*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Pikoli, M. R. 2000. Isolasi Bertahap Bakteri Termofilik Pendegradasi Minyak Bumi dari Sumur Bangko. Tesis Magister Biologi Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Sri Pertiwi, Juswardi, Bambang Yudono dan Resa Yulianti. 2013. Potensi Tanaman Rumput sebagai Agen Fitoremediasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi. *Prosiding Semirata FMIPA* Universitas Lampung. Lampung.