

II . TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Botani Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae* L.)

Tanaman kailan termasuk dalam Kingdom *Plantae*, Divisi *Spermatophyta*, Subdivisi *Angiospermae*, Kelas *Dicotyledonae*, Famili *Cruciferae*, Genus *Brassica*, Spesies *Brassica oleracea* L. (Samadi, 2013). Tanaman kailan adalah salah satu jenis sayuran yang termasuk dalam kelas *dicotyledoneae*. Klorofil di dalam tubuh manusia mempunyai peran penting sebagai “darah hijau” manusia yang dapat berfungsi sebagai hemoglobin dalam darah yaitu berperan penting dalam penyediaan oksigen ke seluruh tubuh. Hal tersebut disebabkan klorofil memiliki kesamaan struktur dengan hemoglobin, perbedaannya hanya terletak pada atom pusat dari molekul. Atom pusat dari klorofil adalah Magnesium (Mg), sedangkan atom pusat dari hemoglobin adalah Besi (Fe) (Zuhra dkk, 2008).

Tanaman kailan memiliki system perakarannya tunggang dengan cabang-cabang akar yang kokoh, dimana sistem perakaran relatif dangkal yakni menembus kedalaman tanah antara 20 – 30 cm Perakaran kailan merupakan akar tunggang dan serabut kailan memiliki perakaran yang panjang yaitu akar tunggang bisa mencapai 40 cm dan akar serabut mencapai 25 cm (Samadi, 2013). Batang kailan merupakan batang sejati, tidak keras, tegak, beruas-ruas dengan diameter antara 3-4 cm dan berwarna hijau muda batang tanaman kailan umumnya pendek dan banyak mengandung air (*herbaceous*) disekeliling batang hingga titik tumbuh terdapat tangkai daun yang bertangkai pendek. Kailan memiliki bentuk daun yang tebal, datar, mengkilap bulat memanjang dan berwarna hijau tua, tanaman kailan dikenal dengan daun roset yang tersusun spiral

kearah pucuk cabang tak berbatang. Sebagian besar sayuran kailan memiliki ukuran daun yang lebih besar dan permukaan serta tepi daun yang rata. Tanaman kailan umumnya memiliki bunga berwarna kuning namun ada pula yang berwarna putih. Bunganya terdapat tanda yang muncul dari ujung/tunas. Kailan berbunga sempurna dengan 6 benang sari yang sisanya dalam lingkaran luar. Buah dari tanaman kailan berbentuk polong, panjang dan ramping berisi biji. Biji-bijinya bulat kecil berwarna coklat sampai kehitam-hitaman (Harjoko, 2009).

2.2. Syarat Tumbuh Tanaman Kailan

Tanaman kailan sangat baik ditanam didaerah dengan ketinggian antara 1.000 – 3.000 meter di atas permukaan laut, dengan suhu rata-rata harian yang dikehendaki tanaman kailan adalah 15°C – 25 °C. Pada suhu yang terlalu rendah, tanaman menunjukkan gejala nekrosa pada jaringan daun dan akhirnya tanaman mati sedangkan bila suhu terlalu tinggi tanaman akan mengalami kelayuan karena proses penguapan yang terlalu besar, kelembapan udara yang baik bagi tanaman kailan yaitu 60 – 90 % (Samadi, 2013).

Tanaman kailan memerlukan curah hujan yang berkisar antara 1000 -1500 mm/tahun, keadaan curah hujan ini berhubungan erat dengan ketersediaan air bagi tanaman. Kailan termasuk jenis sayuran yang toleran terhadap kekeringan atau ketersediaan air yang terbatas. Curah hujan terlalu banyak dapat menurunkan kualitas sayur, karena kerusakan daun yang diakibatkan oleh hujan deras. Keadaan tanah yang dikehendaki tanaman kailan adalah tanah gembur, banyak mengandung humus, dan drainase baik, bila pH tanah dibawah 6.0 maka tanaman kailan hidupnya merana, bila pH tanah diatas 7.0 akan terjadi klorosis atau daun

berwarna putih kekuningan terutama daun yang masih muda. Derajat keasaman tanah yang cocok adalah antara 6-7 pH (Samadi, 2013).

2.3. Manfaat Tanaman Kailan

Kailan merupakan sumber utama mineral dan vitamin yang berguna untuk memelihara kesehatan tulang dan gigi, pembentukan sel darah merah (Hemoglobin) dan memelihara kesehatan mata, pembentuk jaringan tubuh. Kailan juga mengandung karotenoid sebagai senyawa anti kanker (Zuhra dkk., 2008). Berikut nilai kandungan gizi kailan dalam 100 g. Kandungan gizi kailan per 100 gram dari bagian yang dapat dimakan, Energi (Kalori) 35.00 Kal, Protein 3.0 g, Lemak 0.40 g, Karbohidrat 6.80 g, Serat 1.20 g, Kalsium (Ca) 230.00 mg, Fosfor (P) 56.00 mg, Besi (Fe) 2.00 mg, Vitamin A 135.00 RE, Vitamin B₁ (Thiamin) 0.10 mg, Vitamin B₂ (Riboflamin) 0.13 mg, Vitamin B₃ (Niavin) 0.40 mg, Vitamin C 93.00 mg, Air 78.00 mg.

2.4. Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit

Limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) adalah salah satu produk samping dari pabrik minyak kelapa sawit yang berasal dari kondensat dari proses sterilisasi, air dari proses klarifikasi, air hydrocyclone (*claybath*), dan air pencucian pabrik. LCPKS mengandung berbagai senyawa terlarut termasuk, serat-serat pendek, hemiselulosa dan turunannya, protein, asam organik bebas dan campuran mineral-mineral (Suparmin dan Soeparman,2009).

Limbah cair dari pabrik minyak kelapa sawit ini umumnya bersuhu tinggi 70-80° C, berwarna kecoklatan, mengandung padatan terlarut dan tersuspensi berupa koloid dan residu minyak dengan BOD (*biological oxygen demand*) dan

COD (*chemical oxygen demand*) yang tinggi. Apabila limbah cair ini langsung dibuang ke perairan dapat mencemari lingkungan. Jika limbah tersebut langsung dibuang ke perairan, maka sebagian akan mengendap, terurai secara perlahan, mengkonsumsi oksigen terlarut, menimbulkan kekeruhan, mengeluarkan bau yang tajam dan dapat merusak ekosistem perairan (Suparmin dan Soeparman, 2009).

Limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan industri pengolahan minyak sawit merupakan sisa dari proses pembuatan minyak sawit yang berbentuk cair. Limbah cair tersebut akan diolah di unit pengelolaan limbah selanjutnya dibuang ke badan air sungai (Naibaho, 2003). Biasanya limbah diolah dengan sistem *facultative* yaitu, *cooling pond* (kolam pendingin), *acidification pond*, *primary anaerob pond*, *secondary anaerob pond*, *facultative pond*, *aerob pond*, *filter pond* dan *fish pond*. Apabila diberdayakan limbah cair tersebut memiliki nilai yang cukup tinggi. Limbah yang dihasilkan tersebut sebenarnya dapat dimanfaatkan sebagai pupuk karena kandungan nutriennya cukup tinggi, tidak beracun dan tidak berbahaya. Pemanfaatan limbah tersebut dapat dilakukan dengan memproses air limbah hanya sampai pada tingkat kolam *primary anaerobic* (Sahirman, 1994).

Limbah cair kelapa sawit nutrisi yang kaya akan senyawa organik dan karbon, dekomposisi dari senyawa-senyawa organik oleh bakteri anaerob dapat menghasilkan biogas. Jika gas-gas tersebut tidak dikelola dan dibiarkan lepas ke udara bebas maka dapat menjadi salah satu penyebab pemanasan global karena gas metan dan karbon dioksida yang dilepaskan adalah termasuk gas rumah kaca yang disebut-sebut sebagai sumber pemanasan global saat ini. Emisi gas metan 21 kali lebih berbahaya dari CO₂ dan metan merupakan salah satu penyumbang gas rumah kaca terbesar (Sahirman, 1994).

Parameter yang menggambarkan karakteristik limbah terdiri dari sifat fisik, kimia, dan biologi. Karakteristik limbah berdasarkan sifat fisik meliputi suhu, kekeruhan, bau, dan rasa, berdasarkan sifat kimia meliputi kandungan bahan organik, protein, *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), sedangkan berdasarkan sifat biologi meliputi kandungan bakteri patogen dalam air limbah. (Agnes dan Azizah, 2005).

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair, ada 6 (enam) parameter utama yang dijadikan acuan baku mutu limbah meliputi :

- a. Tingkat keasaman (pH), ditetapkannya parameter pH bertujuan agar mikroorganisme dan biota yang terdapat pada penerima tidak terganggu, bahkan diharapkan dengan pH yang alkalis dapat menaikkan pH badan penerima.
- b. BOD, kebutuhan oksigen hayati yang diperlukan untuk merombak bahan organik. Semakin tinggi nilai BOD air limbah, maka daya saingnya dengan mikroorganisme atau biota yang terdapat pada badan penerima akan semakin tinggi.
- c. COD, kelarutan oksigen kimiawi adalah oksigen yang diperlukan untuk merombak bahan organik dan anorganik, oleh sebab itu nilai COD lebih besar dari BOD.
- d. *Total suspended solid* (TSS), menggambarkan padatan melayang dalam cairan limbah. Pengaruh TSS lebih nyata pada kehidupan biota dibandingkan dengan total solid. Semakin tinggi TSS, maka bahan organik membutuhkan oksigen untuk perombakan yang lebih tinggi.

- e. Kandungan total nitrogen (NH_3, NH_2), semakin tinggi kandungan total nitrogen dalam cairan limbah, maka akan menyebabkan keracunan pada biota.
- f. Kandungan *oil and grease*, dapat mempengaruhi aktifitas mikroba dan merupakan pelapis permukaan cairan limbah sehingga menghambat proses oksidasi pada saat kondisi aerobik.

Jumlah limbah cair yang dihasilkan dari beberapa unit pengolahan adalah $120 \text{ m}^3/\text{hari}$ berupa kondensat rebusan, $450 \text{ m}^3/\text{hari}$ dari stasiun klarifikasi, dan $30 \text{ m}^3/\text{hari}$ dari buangan hidrosiklon. Total volume limbah dari setiap pabrik kelapa sawit dengan kapasitas 30 ton tandan buah segar/hari adalah $600 \text{ m}^3/\text{hari}$. Limbah cair pabrik kelapa sawit memiliki potensi sebagai pencemar lingkungan karena berbau, mengandung nilai COD dan BOD serta padatan tersuspensi yang tinggi. Untuk mengendalikan pencemaran maka diperlukan pengolahan LCPKS secara biologik, kimia, atau fisik. Penanganan limbah cair secara biologik lebih disukai karena dampak akhirnya terhadap pencemaran lingkungan minimal (Agnes dan Azizah, 2005).

Limbah cair pabrik kelapa sawit mengandung senyawa anorganik dan organik yang dapat dan tidak dapat dirombak oleh mikroorganisme. Limbah yang mengandung senyawa organik umumnya dapat dirombak oleh bakteri dan dapat dikendalikan secara biologis. Pengolahan limbah cair secara biologis dapat dilakukan dengan proses aerobik dan anaerobik. Pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit dimulai dengan proses anaerobik dan dilanjutkan dengan proses aerobik. limbah cair pabrik pengolahan kelapa sawit mengandung unsur hara yang tinggi seperti N (nitrogen), P (phospat), K (kalium), Mg (magnesium), dan Ca

(kalsium), sehingga limbah cair tersebut berpeluang untuk digunakan sebagai sumber hara bagi tanaman kelapa sawit, di samping memberikan kelembaban tanah, juga dapat meningkatkan sifat fisik–kimia tanah, serta dapat meningkatkan status hara tanah (Mahida, 1996).

2.5. Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit

Pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit yang umum dilakukan adalah dengan menggunakan unit pengumpul (*fat pit*) yang kemudian dialirkan ke *deoiling ponds* (kolam pengutipan minyak) untuk diambil kembali minyaknya serta menurunkan suhunya, kemudian dialirkan ke kolam anaerobik atau aerobik dengan memanfaatkan mikroba sebagai perombak BOD dan menetralkan keasaman limbah. Teknik pengolahan ini dilakukan karena cukup sederhana dan dianggap murah. Namun teknik ini dirasakan tidak efektif karena memerlukan lahan pengolahan limbah yang luas dan selain itu emisi metana yang dihasilkan dari kolam-kolam tersebut merupakan masalah yang saat ini harus ditangani (Departemen Pertanian, 2006).

Seperti yang dikembangkan oleh Pusat Penelitian Kelapa Sawit dengan menggunakan reaktor anaerobik unggun tetap (RANUT). Prosesnya diawali dengan pemisahan lumpur atau padatan yang tersuspensi, kemudian limbah cair dipompakan ke dalam reaktor anaerobik untuk perombakan bahan organik menjadi biogas. Kemudian untuk memenuhi baku mutu lingkungan, limbah diolah lebih lanjut secara aerobik (*activated sludge system*) hingga memenuhi baku mutu lingkungan untuk dibuang ke sungai (Departemen Pertanian, 2006). Selain itu ada juga pengolahan LCPKS yang dikembangkan oleh Novaviro Tech Sdn Bhd, prosesnya adalah dengan mengendapkan limbah cair pada kolam pengendapan

selama 2 hari lalu dimasukkan ke dalam tangki anaerobik berpengaduh untuk diolah dengan waktu retensi 18 hari (Said, 1996).

Beberapa hasil penelitian pada areal perkebunan sawit menunjukkan bahwa kelebihan dari aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS) dengan *Biological Oxygen Demand* (BOD) dalam kisaran 3.500-5.000 mg/l dapat memperbaiki beberapa sifat kimia tanah mineral masam (Ultisol) di sekitar flatbed atau rorak (yang berada di antara dua gawangan pokok sawit), seperti peningkatan pH, ketersediaan kation-kation K (kalium), Ca (kalsium), dan Mg (magnesium), Kapasitas Tukar Kation (KTK), bahan organik tanah, hara N, dan P (Honim, 2006) dan peningkatan tersebut sejalan dengan waktu dan frekuensi pemberian LCPKS (Manik, 2000) serta peningkatan pemberian dosis LCPKS (Ermadani dan Arsyad, 2007).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi LCPKS memberikan respon yang relatif sama baiknya dengan aplikasi pupuk anorganik terhadap status hara pada daun (Budianta, 2007).