

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Botani Kacang Tunggak

Kedudukan tanaman kacang tunggak dalam tata nama taksonomi dapat diklasifikasikan sebagai berikut: Kingdom: Plantae, Divisi: Spermatophyta, Subdivisi: Angiospermae, Kelas: Dicotyledoneae, Ordo: Rosales, Famili: Leguminosae, Subfamili: Papilionidae, Genus: *Vigna*, Spesies: *Vigna unguiculata* L. Nama lain dari kacang tunggak adalah kacang tolo, *southerna*, *bean*, *lubia*, *cowpea*, *niebe*, dan *frijole*. Ada dua jenis kacang tunggak yang sering dibudidayakan yaitu kacang tunggak yang buahnya berkulit hijau atau berbiji persegi dan kacang tunggak yang buahnya berujung merah dan berbiji lebih bulat yang mana kacang jenis ini lebih dikenal sebagai kacang dadap atau kacang tolo (Fachruddin, 2000).

Tipe pertumbuhan kacang tunggak umumnya dapat dibedakan menjadi tipe determinit, indeterminit, dan semi determinit dengan sifat pertumbuhan yang tanaman yang ujung batangnya tidak melilit, pembungaannya singkat, serempak dan pertumbuhannya berhenti setelah tanaman berbunga, sedangkan tipe indeterminit ditandai dengan ujung batang yang melilit, pembungaan berangsur-angsur dari pangkal ke bagian pucuk, dan pertumbuhannya berlanjut setelah berbunga (Trustinah, 1998).

Sistem perakaran kacang tunggak berupa akar tunggang dengan akar-akar lateral yang berkembang baik. Perkembangan sistem perakaran yang baik sangat diperlukan karena karakter tersebut merupakan salah satu kriteria yang berhubungan dengan meningkatnya ketahanan terhadap kekeringan. Selain sistem perakaran yang berkembang baik, kacang tunggak dikenal sebagai tanaman kacang-kacangan yang efisien menggunakan nitrogen dari udara melalui bakteri *Rhizobium*. Kacang tunggak memiliki bintil akar yang besar berbentuk bulat seperti kacang kapri (Trustinah, 1998). Seperti halnya tanaman leguminosae lainnya, kacang tunggak mampu bersimbiosis dengan *Rhizobium* membentuk nodul aktif yang dapat memfiksasi N atmosfer (Hadi, 2008).

Batang kacang tunggak memiliki beberapa buku, dimana tiap buku tersebut menghasilkan satu tangkai daun. Pada batang utama terdapat beberapa tunas daun yang biasanya muncul dari buku bagian bawah. Bunganya terdapat pada batang utama ataupun pada cabang yang jumlahnya dapat mencapai 15 buku, dengan jumlah buku subur pada setiap tanaman dapat mencapai 5 sampai 10 buku subur. Berdasarkan posisi cabang primer terhadap batang utama, maka dapat dibedakan menjadi beberapa tipe, yakni tegak (cabang lateralnya tegak), agak tegak atau cabangnya menjalar (*Procumbent*). Tanaman kacang tunggak tergolong tanaman yang toleran terhadap kekeringan, sangat responsif terhadap pemberian air, sehingga pada kondisi tanah yang subur dan ketersediaan air yang cukup, pertumbuhan vegetatifnya menjadi sangat subur dan mengakibatkan hasil bijinya menjadi rendah (Trustinah, 1998).

Daun kacang tunggak terdiri atas tiga helaian daun (*trifoliate*) yang letaknya berseling. Daunnya berwarna hijau, berbentuk oval (*ovate*) ataupun lanset (*lanseolate*) dengan panjang daun berkisar antara 6,5-16 cm dan lebar daun 4-10 cm, dengan panjang tangkai daun (*petiole*) antara 5-15 cm. Bentuk daun tersebut ditentukan berdasarkan perbandingan panjang dan lebar daun berkisar antara 1,5-2 : 1 termasuk bentuk oval, dan bila perbandingannya 3-5 : 1 daunnya berbentuk lanset. Bentuk daun lanset pada kacang tunggak adalah dominan yang mana pewarisannya dikendalikan oleh gen dominan tunggal (Trustinah, 1998).

Bunga kacang tunggak bertangkai panjang dengan 4-6 unit bunga, tersusun secara berseling dalam sukseksi akropetal. Setiap unit bunga merupakan bunga sederhana yang tersusun dari 6-12 tunas bunga. Pembentukan bunga mulai dari tangkai bunga yang posisinya paling rendah dan secara berurutan berlanjut pada tangkai berikutnya dengan posisi yang lebih tinggi (Fachruddin, 2000).

Polong kacang tunggak saat masih muda berwarna hijau muda atau hijau kelam dan setelah tua polong tersebut berwarna krem, coklat, atau hitam, berukuran 8-10 x 0,8-1 cm, yang berisi 8 hingga 20 biji. Disamping beragam dalam warna dan ukuran, polong kacang tunggak juga dapat dibedakan berdasarkan kekerasannya, yakni polong keras seperti pada kacang hijau dan polong yang tidak keras seperti pada polong kacang panjang yang liat setelah tua. Sudut antar polong juga bervariasi ada yang sempit hingga lebar. Karakteristik

polong yang demikian berhubungan dengan ketahanan tanaman terhadap hama, terutama tanaman-tanaman dengan polong yang keras dan sudut antar polong yang lebar lebih tahan terhadap hama penggerek polong. Letak polong kacang tunggak bervariasi, ada yang tangkai polongnya tidak panjang sehingga polong-polong yang terbentuk terletak di dalam tanaman dan adapula yang tangkai polongnya panjang sehingga polong terlihat di atas tanaman dengan posisi polong yang berdiri menghadap ke atas ataupun menghadap ke bawah (Trustinah, 1998).

Biji kacang tunggak bervariasi dalam ukuran, bentuk, ataupun warna (krem, coklat, hitam, belang, dan merah) dengan panjang biji berkisar antara 2-12 mm dan memiliki hilum berwarna putih yang dikelilingi oleh cincin berwarna hitam dan berat 100 biji antara 10 hingga 25 g (Trustinah, 1998). Sedangkan Utomo dan Antarlina (1998) menyatakan bahwa ukuran biji kacang tunggak bervariasi, hal ini dapat dilihat dari pengamatan berat 100 biji kacang tunggak yaitu dari 8,74 – 13,73 g. Sementara itu, densitas biji bervariasi dari 1,09- 1,24 kg/l. Kacang tunggak mengandung kulit biji sekitar 9 – 12%. Direktorat Gizi Depkes RI (1981) *cit.* Rukmana & Oesman (2000) menyatakan bahwa kacang tunggak mengandung gizi cukup tinggi yang komposisinya secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Komposisi Kandungan Gizi Kacang Tunggak Tiap 100 g Biji

No.	Kandungan gizi	Jumlah Per 100 Gram Bahan
1	Kalori	342,00 kal
2	Protein	22,90 g
3	Lemak	1,40 g
4	Karbohidrat	61,60 g
5	Kalsium	77,00 mg
6	Fosfor	449,00 mg
7	Zat Besi	6,50 mg
8	Vitamin A	30,00 SI
9	Vitamin B ₁	0,92 mg
10	Vitamin C	2,00 mg
11	Air	11,00 g

Sumber: Direktorat Gizi Depkes RI (1981) *cit.* Rukmana & Oesman (2000)

Valenzuela dan Smith (2002) menyatakan bahwa keuntungan-keuntungan yang didapat dari kacang tunggak adalah ; 1) Sangat baik sebagai tanaman penutup tanah untuk menekan pertumbuhan gulma, dapat mencegah erosi, dan menarik serangga yang bermanfaat, 2) Baik dalam fiksasi nitrogen dari udara, menambah bahan organik kedalam tanah dan memperbaiki struktur tanah, 3) Berguna untuk meningkatkan tersedianya fosfor dalam tanah, 4) Tahan terhadap panas dan kekeringan, sedikit naungan, dan tanah yang kurang subur, 5) Baik untuk pakan ternak, 6) Dimakan sebagai sayur-sayuran, dan 7) Digunakan dalam rotasi tanaman.

2.2. Syarat Tumbuh Kacang Tunggak

Kacang tunggak dapat beradaptasi pada temperatur tinggi (20-35⁰C). Produksinya tetap baik pada berbagai kondisi tanah, dari tanah liat sampai tanah berpasir jika memiliki drainase yang baik. Pertumbuhan terbaik terjadi pada kondisi tanah dengan sedikit masam sampai sedikit basa (pH 5,5-8,3). Kacang tunggak sedikit toleran terhadap garam tapi terkadang toleran terhadap kadar aluminium yang tinggi dalam tanah. Seperti kebanyakan tanaman kacang-kacangan, kacang tunggak tidak tahan pada kondisi jenuh air atau banjir (Valenzuela & Smith, 2002). Kacang tunggak tidak toleran terhadap genangan air, walaupun demikian kacang tunggak cukup toleran terhadap lingkungan tanah yang basah tetapi tidak tergenang (Karsono, 1998). Kacang tunggak dapat tumbuh dalam kondisi kelembaban yang ekstrim, dan juga cukup toleran terhadap kekeringan. Kacang tunggak dapat tumbuh dengan baik pada curah hujan lebih tinggi dari 600 mm/tahun, atau bila curah hujan lebih dari 600 mm/tahun harus diberi irigasi. Kacang tunggak tumbuh sepanjang tahun pada ketinggian 333,33 m diatas permukaan laut (Valenzuela & Smith, 2002).

2.3. Sludge (Limbah Padat Kelapa Sawit)

Kelapa sawit memiliki berbagai potensi untuk dikembangkan. Perluasan areal perkebunan kelapa sawit dilakukan untuk meningkatkan pemanfaatan potensi yang dimiliki oleh kelapa sawit. Dengan meningkatnya luas areal perkebunan maka jumlah pabrik pengolahan kelapa sawit juga akan semakin

bertambah. Pabrik pengolahan kelapa sawit setiap hari melakukan pengolahan kelapa sawit sehingga banyak menghasilkan limbah dari hasil pengolahan kelapa sawit tersebut (Prayitno, 2008). Lumpur sawit sampai saat ini masih belum dimanfaatkan secara optimal. Bahkan bahan ini sering dibuang begitu saja sehingga menimbulkan polusi (bau yang mengganggu) bagi masyarakat di sekitar perkebunan (Roeswandy, 2006). *Sludge* kelapa sawit merupakan larutan buangan yang diperoleh setelah proses ekstraksi minyak kelapa sawit. Terdiri dari 4 - 5% padatan, sisanya minyak 0,5 - 1% dan air sebanyak 95%. Untuk setiap ton minyak sawit, dihasilkan sekitar 2 – 3 ton *sludge* kelapa sawit (Hutagalung dan Jalaluddin, 1982). Ada 2 macam limbah yang dihasilkan pada produksi minyak kelapa sawit (crude palm oil = CPO), yaitu limbah padat dan limbah cair. *Sludge* kelapa sawit adalah salah satu limbah padat dari hasil pengolahan minyak sawit, biasanya sudah dipisahkan dengan cairannya sehingga merupakan limbah padat (Utomo *et al.* 2004). Komponen utama limbah padat kelapa sawit ialah selulosa dan lignin, sehingga limbah ini disebut sebagai limbah lignoselulosa (Darmawati *et al.* 2014).

Penanganan limbah cair sebelum menjadi *sludge* secara umum dapat dikelompokkan menjadi beberapa bagian yaitu : *pretreatment*, *primary treatment*, *secondary treatment*, *tertiary treatment*, *disinfeksi* dan *ultimate disposal*. *pretreatment* dan *primary treatment* mencakup proses pemisahan bahan-bahan mengapung dan mengendap. *Secondary treatment* mencakup proses biologi untuk mengurangi bahan-bahan organik melalui biodegradasi (aktivitas perombakan secara aerobik) mikroorganisme. Semua reaksi degradasi lingkungan tidak hanya satu jenis mikroorganisme melainkan terdapat hubungan simbiotik diantara kelompok-kelompok mikroorganisme. *Tertiary treatment* merupakan kelanjutan dari penanganan sebelumnya bila masih terdapat bahan berbahaya. *Ultimate disposal* dilakukan untuk menangani lumpur yang dihasilkan pada penanganan sebelumnya. Selain itu pemanfaatan *sludge* kelapa sawit berguna sebagai substrat dan sumber energi untuk pertumbuhan mikroorganisme (Gumbira, 1996).

Limbah mengandung bahan yang dapat dipergunakan sebagai pupuk dalam jumlah yang cukup tinggi. Banyak pertanian telah dan sekarang masih tetap berhasil menanam tanaman dengan hasil panen yang tinggi dengan memakai limbah (Mahida, 1984). *Sludge*/ lumpur adalah benda padat yang tenggelam di dasar bak pengendapan dalam sarana pengelolaan limbah dan harus dibuang atau

dikelola untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Tetapi *sludge* yang dihasilkan dari Pengolahan Minyak Sawit (PMS) mengandung unsur hara nitrogen, fosfor, kalium, magnesium, dan kalsium yang cukup tinggi sehingga dapat digunakan sebagai pupuk.

Tabel 2.2. Hasil Analisis Padatan (*Sludge*) Tanpa Pemanasan di Kebun Dolok Sinumbah.

Kandungan/Senyawa	Sludge Baru (mg/100g)	Sludge Umur 1 Bulan (mg/100 g)
Nitrogen	2.770,00	3.400,00
P ₂ O ₅	874,02	338,25
K ₂ O	897,43	285,05
MgO	356,33	329,72
CaO	1.681,48	664,42

Sumber: Lubis *et al.*, (1988) Inventarisasi dan Karakteristik Limbah PMS. Seminar Pengendalian Limbah PMS dan Karet, 20-21 Desember 1988 di Medan.

Jumlah *sludge* akan meningkat sejalan dengan peningkatan beban cemaran terolah. Secara biologi, mikroorganisme yang terdapat pada *sludge* terdiri dari group prokariotik dan eukariotik. Komposisi dasar sel terdiri dari 90% organik dan 10% anorganik. Fraksi organik tersebut dapat dirumuskan sebagai C₅H₇O₂N atau perumusan yang lebih kompleks lagi C₆₀H₈₇O₂₃N₁₂P, sehingga kandungan C 53% dan C/N ratio empiris 4,3. Basis fraksi anorganik yang 10% terdiri dari P₂O₅ 50%, SO₃ 15%, Na₂O 11%, CaO 9%, MgO 8%, K₂O 6% dan Fe₂O₃ 1% (Supriyanto, 2001).

Selain produksi minyak kelapa sawit yang tinggi, produk samping atau limbah kelapa sawit juga tinggi. Secara umum limbah dari pabrik kelapa sawit terdiri atas tiga bentuk yaitu padat, cair dan gas. Limbah padat pabrik kelapa sawit dikelompokkan menjadi dua yaitu limbah yang berasal dari proses pengolahan dan yang berasal dari proses basis pengolahan limbah cair (Utomo danWidjaja, 2004).

Konsumen khususnya di negara maju telah giat menghindari bahan makanan dengan asupan bahan anorganik seperti pupuk kimia dan pestisida/herbisida dosis tinggi. Model pertanian organik pun telah semakin diminati oleh pelaku agribisnis (Refqi *et al.* 2013). Pertanian organik di Indonesia dapat menjadi suatu alternatif pemenuhan kebutuhan pangan di Indonesia dalam jangka panjang. Sasaran jangka pendek dari sistem pertanian organik ini adalah kesadaran

masyarakat dan petani akan perlunya melestarikan lahan dan menjaga lingkungan dengan mengurangi penggunaan bahan kimia sintetis seperti pupuk kimia dan pestisida dan berusaha semampunya memanfaatkan bahan-bahan alami di sekitar mereka (Kuruseng dan Fatmawati, 2008). Ditinjau dari karakteristik padatan yang mengandung bahan organik dan unsur hara, maka *sludge* kering ini dapat dipakai sebagai pupuk. Apabila dipakai dalam jumlah besar padatan kering ini mempunyai sifat fisik dan kadar nutrisi hampir sama dengan kompos (Loebis & Tobing, 1989). Sumbangan bahan organik akan memberikan pengaruh terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Bahan organik memiliki peranan kimia di dalam menyediakan nitrogen, fosfor, kalium, magnesium dan sulfur bagi tanaman (Sarief, 1985).

Hasil tanaman ditentukan oleh ketersediaan unsur hara baik unsur hara makro seperti; C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, dan S serta unsur hara mikro seperti; Fe, Zn, Co, Mn, Mo, Bo, dan Cl (Gardner dkk, 1991). Menurut De Datta (1981) pemberian *sludge* kelapa sawit sebanyak 30% dari media tanam (tanah) dengan dosis NPK 100% memiliki tinggi tanaman padi tertinggi. Pertumbuhan tinggi tanaman dipengaruhi oleh suplai N kedalam tanaman padi.

Menurut penelitian Dartius (1990) pemberian *sludge* kelapa sawit dengan dosis 16,9 ton/ha menghasilkan produksi kacang hijau sebesar 1,61 ton/ha. Selanjutnya menurut Siregar (2007) Pemberian *sludge* pada varietas kutilang dengan dosis 17 t/ha dapat menghasilkan produksi kacang hijau sebesar 103,19 g bobot pertanaman, menghasilkan 17,40 jumlah polong pertanaman, dan menghasilkan 6,67 g bobot 100 biji pertanaman.