

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Tebu

Tebu merupakan tumbuhan anggota Genus *Saccharum*, Famili Poaceae dan Tribe Andropogoneae. Beberapa spesies tebu diantaranya: *Saccharum officinarum*, *S. spontaneum*, *S. barberi*, *S. sinense*, dan *S. robustum*. Namun, spesies tebu yang paling banyak dibudidayakan yaitu *S. officinarum*. Saat ini telah banyak dikembangkan klon-klon baru dari varietas *S. officinarum* dengan keunggulannya.

Tebu (*S. officinarum*) berbatang tinggi, berumur panjang, dengan lapisan kulit batang yang tebal. Umumnya tanaman tebu tumbuh membentuk rumpun yang terdiri atas batang-batang tebu yang jumlahnya sangat bervariasi. Pada saat tanaman sudah tua, panjang batang tebu dapat mencapai 2-3 meter dengan diameter antara 20-30 mm. Batang tanaman tebu terdiri atas serangkaian buku-buku tempat terdapatnya mata kuncup dan daun.

Tanaman tebu merupakan tanaman asli daerah tropika basah. Namun, tanaman ini masih dapat tumbuh dan berkembang dengan baik di daerah subtropika pada berbagai jenis tanah di dataran rendah hingga ketinggian 1.400 di atas permukaan laut (Anonim, 2010^a).

Tanaman tebu diduga berasal dari daerah Pasifik Selatan, yaitu New Guinea dan selanjutnya menyebar ke tiga arah migrasi yang berbeda. Pertama, dimulai pada 8000 tahun sebelum masehi yaitu ke Pulau Solomon, Hebrida Baru dan Kaledonia

Baru. Penyebaran kedua dimulai sekitar 6000 tahun sebelum masehi, yaitu ke Filipina, Pulau Kalimantan, Pulau Jawa, Malaysia dan Thailand, serta India. Ketiga, yaitu antara tahun 500 hingga 1100 masehi, yaitu ke Fiji, Tonga, Tahiti, Marquesa, dan Hawaii.

Di Indonesia, tanaman tebu telah ditemukan tumbuh di beberapa tempat di Pulau Jawa dan Sumatera sekitar tahun 400 Masehi. Namun baru pada abad ke-15 tanaman tersebut diusahakan secara komersil oleh sebagian imigran asal China. Industri pergulaan dalam skala yang besar baru berdiri seiring kedatangan Belanda yang selanjutnya mendirikan perusahaan dagang *Vereeniging Oost Indische Compagnie* (VOC) pada bulan Maret 1602. Produksi gula tersebut dipasarkan untuk memenuhi permintaan gula dari Eropa. Dibawah kendali VOC, industri gula Indonesia pernah mencapai puncak produksi pada tahun 1930-an dengan areal pertanaman seluas 200.000 hektar dengan 179 pabrik gula yang terkonsentrasi di Pulau Jawa. Total produksinya mencapai 14,8 ton gula per hektar (Anonim. 2010^a).

Luas areal pertanaman tebu di Indonesia pada musim tanam 2004/2005 mencapai 367.875 hektar yang menyebar di Pulau Jawa seluas 61% (324.422 hektar) dan di luar Pulau Jawa seluas 39% dari luasan total (143.453 hektar). Sekitar 60% pertanaman tebu di pulau Jawa diusahakan di lahan sawah dan 40%-nya diusahakan di lahan tegalan atau lahan kering. Sedangkan pertanaman tebu di luar Pulau Jawa, seluruhnya diusahakan di lahan tegalan.

Lampung saat ini menjadi salah satu provinsi lumbung gula nasional. Terdapat enam perusahaan gula yang beroperasi di wilayah Lampung, lima diantaranya

merupakan perusahaan gula swasta dan satu perusahaan gula BUMN. PT. Gunung Madu Plantations (PT. GMP) merupakan perusahaan gula yang memelopori berdirinya perusahaan gula di luar pulau Jawa, terutama di Lampung. Kehadiran PT. GMP dengan perkembangannya yang baik menjadi pemicu berdirinya perusahaan gula yang lain, seperti PT. Bunga Mayang, PT. Gula Putih Mataram, PT. Sweet Indo Lampung, PT. Indo Lampung Perkasa, dan PT. Pemuka Sakti Manis Indah. Kehadiran beberapa perusahaan gula di Lampung turut andil dalam mengembangkan budidaya tebu oleh rakyat (tebu rakyat) di beberapa kabupaten, seperti Kabupaten Lampung Tengah, Lampung Utara, Way Kanan, dan Kabupaten Tulangbawang. Budidaya tebu rakyat dilakukan dengan pola kemitraan dengan sistem bagi hasil.

Dalam laporan dari sumber yang sama dalam Indarto *et al.* (1995), berdasarkan data Badan Statistik Provinsi Lampung tahun 1993, luas total perkebunan tebu di Lampung seluas 210.043 hektar. Luasan tersebut meliputi 50% luasan lahan perkebunan tebu nasional. Laporan dari sumber yang sama dalam Indarto juga disebutkan bahwa produksi tebu oleh perkebunan swasta di Lampung sekitar 6,18 ton gula perhektar, sedangkan di Jawa produksi gula berkisar 10,37 – 19,17 ton gula per hektar. Namun PT. GMP (Anonim, 2010^a) yang memiliki luas 25.000 hektar, dalam setahunnya mampu memproduksi gula mencapai 190.000 ton gula, yang berarti dalam tiap hektarnya mampu memproduksi gula sebanyak 7,6 ton.

Faktor biofisik tanah dapat menjadi kendala dalam produksi tebu. Tanah yang cocok untuk budidaya tebu adalah tanah yang agak basah dengan curah hujan kurang dari 2000 mm per tahun, tidak terlalu masam, pH di atas 6,4, ketinggian kurang dari 500 m dpl.

B. Nematoda

Nematoda adalah hewan yang bergerak aktif, lentur, berbentuk seperti pipa, hidup pada permukaan lembab atau berair. Nematoda mempunyai sistem organ lengkap seperti hewan lain, tetapi tidak mempunyai sistem peredaran darah (Dropkin, 1992). Rerata panjang nematoda nir-parasit dan nematoda parasit tumbuhan sekitar 1 mm. Larva nematoda atau jenis yang kecil panjang tubuhnya kurang dari 200 μ m, sedangkan jenis nematoda yang panjang dapat mencapai lebih dari 1cm.

Tubuh nematoda berbentuk simetri bilateral dengan beberapa bagian tubuh yang simetri radial. Tubuh nematoda tidak bersegmen (beruas), tetapi kutikulanya menyerupai cincin-cincin. Bagian yang simetri radial dari tubuh nematoda diantaranya mulutnya. Mulutnya dikelilingi oleh enam labium, dengan mulut yang mengarah ke kapsula. Di dalam kapsula terdapat stilet yang digunakan untuk melakukan penetrasi ke sel tanaman (Semangun, 2000). Namun, tipe mulut nematoda mengalami modifikasi dan bervariasi, tergantung dari jenis sumber makanannya.

Menurut Dropkin (1992), saluran pencernaan pada nematoda terdiri atas 4 bagian, yaitu *stoma* (mulut), *farink* (esofagus), usus, dan anus. Bentuk mulut nematoda disesuaikan dengan sumber makanannya. Esofagus terdiri dari 4 bagian, yaitu *prokorp*, *metakorp*, *isthmus*, dan *basal bulb*. Usus berfungsi untuk penimbunan cadangan makanan yang tersusun oleh sel-sel besar berbentuk seperti jari (*mikrofil*).

Menurut Semangun (2000), telur nematoda yang menetas akan menjadi larva dengan bentuk hampir sama dengan nematoda dewasa, namun dengan ukuran

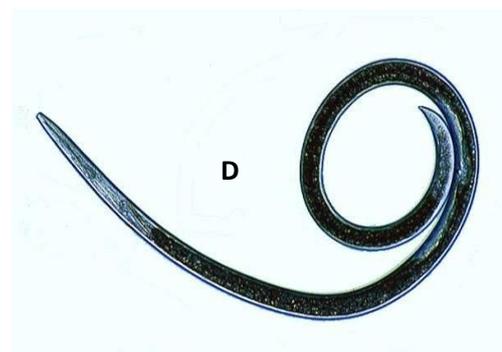
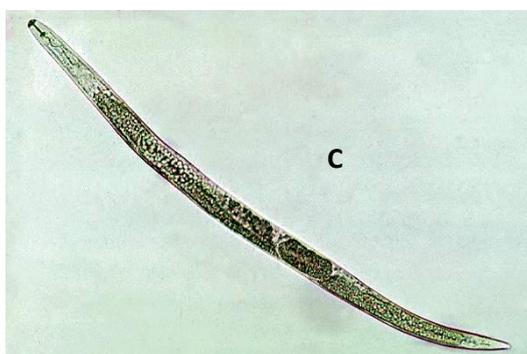
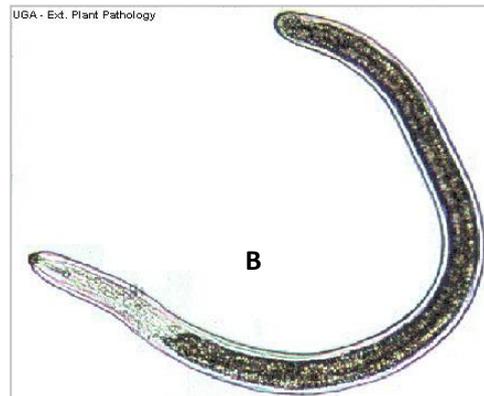
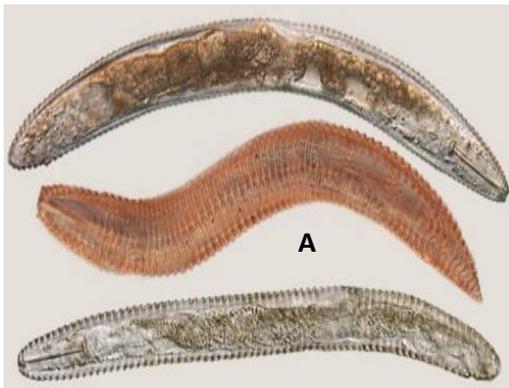
yang relatif lebih kecil. Larva yang menetas adalah instar dua. Tiap individu nematoda mengalami ganti kulit sebanyak empat kali. Hingga ganti kulit ketiga, jenis kelamin nematoda belum terbentuk dengan jelas. Pada ganti kulit keempatlah akan terbentuk dengan jelas kelamin nematoda. Jangka waktu yang diperlukan untuk satu daur hidup nematoda bervariasi, tergantung jenis nematoda dan lingkungannya. Misalnya, untuk nematoda puru akar *Meloidogyne*, satu daur hidupnya memerlukan waktu 18-21 hari.

Nematoda tanah dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok, nematoda hidup bebas (nir-parasit tumbuhan) dan nematoda parasit tumbuhan (fitofagus) (Dropkin, 1992). Nematoda hidup bebas meliputi nematoda saprofagus (pengurai), fungifagus (pemakan jamur), bakterifagus (pemakan bakteri), dan predator. Nematoda predator mempunyai pengaruh penting terhadap dinamika populasi berbagai jenis nematoda tanah lainnya. Genus nematoda predator yang meliputi *Mononchus*, *Mononchoides*, *Butlerus*, *Anantonchus*, *Diplogaster*, *Tripyla*, *Seinura*, *Dorylaimus*, dan *Discolaimus* mempunyai peranan cukup besar dalam pengendalian nematoda fitofagus (parasit tumbuhan).

Pembukaan suatu kawasan hutan memberikan pengaruh terhadap keseimbangan ekosistem yang telah ada sebelumnya terutama terhadap keanekaragaman hayati pada daerah tersebut. Menurut Dropkin (1992), kondisi lingkungan akan mendorong terjadinya adaptasi dan evolusi nematoda yang mengakibatkan terjadinya keanekaragaman jenis nematoda.

Menurut Dropkin (1992), di dalam tanah terdapat 10 kelompok utama ordo nematoda, dua ordo diantaranya terdiri atas nematoda parasit tumbuhan yaitu Tylenchida dan Dorylaimida.

Menurut Luc *et al.* (1995), berdasarkan tipe nya nematoda parasit tumbuhan (Gambar 1) dibagi menjadi tiga, yaitu: (1) Nematoda ektoparasit yang hidup di luar jaringan tanaman; memperoleh makan dengan menusukkan stiletnya ke dalam sel tanaman; jenis nematoda yang termasuk dalam kelompok ini antara lain: *Criconemoides*, *Helicotylenchus*, *Rotylenchulus*, *Haplolaimus*; (2) Nematoda endoparasit, yaitu nematoda yang hidup dan berada di dalam jaringan tanaman; nematoda yang tergolong dalam kelompok ini antara lain: *Pratylenchus*, *Radopholus*, *Ditylenchus*, *Meloidogyne* dan (3) Nematoda ekto-endoparasitik, yaitu nematoda yang pada fase larva bersifat endoparasit, namun setelah dewasa bersifat ektoparasit; nematoda yang tergolong dalam kelompok ini yaitu *Heterodera*.



Gambar 1. Nematoda parasit tumbuhan (A=*Hemicriciconimoides* (Anonim. 2011^h); B=*Hoplolaimus* (Anonim. 2011^e), C=*Pratylenchus* (Anonim. 2011^f), D= *Xiphinema* (Anonim. 2011^g); Sumber : <http://www.nematode.unl.edu>; <http://www.plantwise.org>; <http://www.plantpath.caes.uga.edu>;

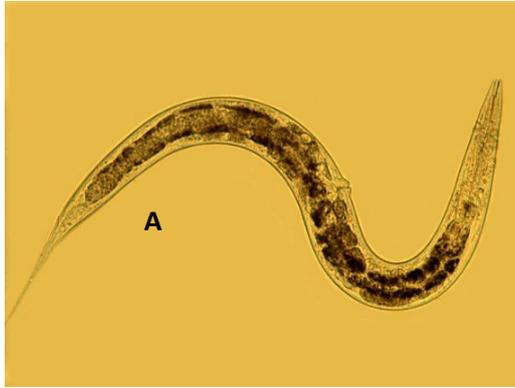
Gejala serangan nematoda pada tanaman dapat diamati di atas maupun di bawah permukaan tanah. Serangan nematoda di atas permukaan tanah, umumnya muncul gejala seperti daun yang menguning, layu, daun berwarna coklat. Sedangkan gejala serangan di bawah permukaan tanah seperti puru akar, busuk akar, lesio, dan pelukaan akar.

Nematoda parasit tumbuhan biasanya melimpah pada kedalaman 0-15cm dari permukaan tanah. Kecenderungan itu muncul karena adanya perakaran tanaman dan kadar oksigen yang relatif tinggi, sehingga laju reproduksi nematoda lebih cepat (Agrios, 2000). Aktivitas nematoda sangat dipengaruhi oleh struktur dan tekstur tanah, aerasi, dan kelembaban tanah. Nematoda hanya dapat bergerak aktif pada jarak pendek sekitar 20-30cm setahun. Angin, aliran air, hewan, dan juga manusia dapat membantu penyebaran nematoda dengan jarak yang relatif lebih jauh (Semangun, 2000).

Peran ekologi nematoda yaitu (1) siklus hara, nematoda berperan penting dalam mineralisasi atau pelepasan unsur hara dalam bentuk tersedia bagi tanaman.

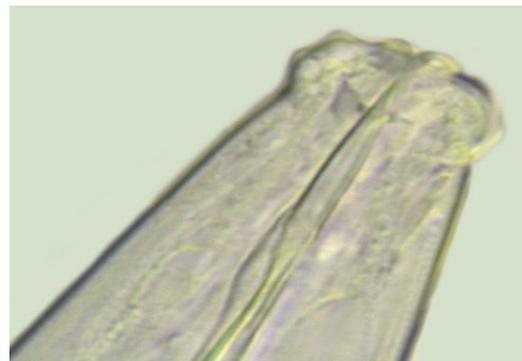
Contohnya ion ammonium (NH_4^+) ketika jamur dan bakteri dimakan oleh nematoda; (2) makan, kegiatan makan nematoda merangsang kecepatan tumbuh populasi makanannya. Artinya, nematoda pemakan bakteri merangsang pertumbuhan bakteri, nematoda pemakan akar merangsang pertumbuhan akar

tanaman, dan seterusnya. Nematoda predator dapat mengatur populasi nematoda pemakan bakteri dan pemakan jamur, sehingga dapat mengendalikan



keseimbangan antara bakteri dan

jamur, dan komposisi spesies dari komunitas mikroba; (3) penyebar mikroba, nematoda membantu mendistribusikan bakteri dan jamur ke seluruh bagian tanah dan sepanjang akar dengan membawa mikroba hidup atau dorman pada permukaannya dan dalam system pencernaannya; (4) sumber makanan, nematoda adalah sumber makanan untuk predator tingkat lebih tinggi, termasuk nematoda predator, mikroartopoda tanah, dan insekta tanah; (5) penekan penyakit, nematoda mengkonsumsi organisme penyebab penyakit, seperti nematoda pemakan akar, atau mencegah aksesnya ke akar. Hal ini sangat potensial untuk agen pengendali biologi.



C

D

Gambar 2. Nematoda nir-parasit tumbuhan (A=nematoda bakteriovora: Rhabditis (Anonim. 2011^c); B=nematode fungivora: Aphelenchus (Anonim.2011^d); C=nematode predator: Iotonchus (Anonim. 2011¹) (; D= nematode omnivore: Dorylaimus (Anonim. 2012^a).

C. Sistem Olah Tanah Konservasi

Teknologi Olah Tanah Konservasi (OTK) mulai diperkenalkan di Indonesia oleh segelintir peneliti pada tahun 1980-an. Waktu itu baik para peneliti, dosen, birokrat maupun petani sangat sedikit yang merespon secara positif terhadap budidaya OTK. Walaupun menentang arus dan banyak tantangan, saat ini sudah banyak petani yang menerapkan pengolahan tanah secara bijak. Sukses OTK dalam menapak perjalanan panjang ini tidak lepas dari keunggulan dalam menyelamatkan sumberdaya lahan dari degradasi (Utomo, 2000).

Sepuluh keuntungan Olah Tanah Konservasi didasarkan pada preferensi petani terhadap OTK yaitu: (1) mengurangi tenaga kerja dan menghemat waktu, (2) mengurangi kebutuhan energi dan peralatan pengolahan tanah, (3) meningkatkan pendapatan petani, (4) meningkatkan bahan organik tanah, (5) memperbaiki agregasi tanah, (6) meningkatkan konservasi air, (7) menekan aliran permukaan dan erosi, (8) meningkatkan biodiversitas tanah, (9) memperbaiki kualitas sumberdaya air, dan (10) memperbaiki kualitas udara.

Pada persiapan lahan teknik OTK, pembakaran residu tanaman tidak diperbolehkan, tetapi justru harus digunakan sebagai mulsa untuk melindungi tanah dari degradasi. Mulsa adalah sisa tanaman, lembaran plastik, atau susunan batu yang disebar di permukaan tanah. Mulsa berguna untuk melindungi permukaan tanah dari terpaan hujan, erosi, dan menjaga kelembaban, struktur, kesuburan tanah, serta menghambat pertumbuhan gulma (Rujter & Agus, 2004).

Mulsa dibedakan menjadi dua macam dilihat dari bahan asalnya, yaitu mulsa organik dan anorganik. Mulsa organik berasal dari bahan-bahan alami yang mudah terurai yaitu sisa-sisa tanaman seperti jerami dan alang-alang. Keuntungan mulsa organik adalah lebih ekonomis (murah), mudah didapatkan, dan dapat terurai sehingga menambah kandungan bahan organik dalam tanah. Mulsa anorganik terbuat dari bahan-bahan sintetis yang sukar/tidak dapat terurai. Contoh mulsa anorganik adalah mulsa plastik, mulsa plastik hitam perak atau karung (Anonim, 2010^b). Pemberian mulsa pada permukaan tanah mampu menahan penguapan air tanah sehingga kelembaban dan ketersediaan air meningkat yang akan berpengaruh terhadap menurunnya suhu tanah yang berdampak positif terhadap meningkatnya aktifitas biota tanah dan pertumbuhan tanaman. Mulsa juga mampu memperbaiki iklim mikro tanah dan memasok bahan makanan bagi biota tanah sehingga mampu berkembang dengan baik. Adanya mulsa pada permukaan tanah OTK di lahan kering mampu menahan penguapan air tanah sehingga kelembaban dan ketersediaan air meningkat.

Meningkatnya kelembaban tanah akan berpengaruh terhadap menurunnya suhu tanah yang berdampak positif terhadap meningkatnya aktivitas biota tanah dan pertumbuhan tanah. Mulsa pada permukaan lahan OTK mampu meningkatkan

infiltrasi dan menekan aliran permukaan sehingga dapat mengurangi erosi oleh air. Tergantung dari tipe tanah dan jumlah mulsaanya, erosi tanah dapat ditekan sampai 90%.