

STRATEGI PENGELOLAAN SISTEM PERTANIAN TANAMAN PALA DENGAN METODE TOT UNTUK MENGEMBALIKAN MASA KEAJAYAAN AGRIBISNIS REMPAH MALUKU UTARA

Lily Ishak¹ dan Abd Wahab Hasyim²

¹Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Khairun
Jl. Jusuf Abdulrahman Kampus 2 Unkhair Gambesi, Ternate, Maluku Utara, Indonesia
²Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi, Universitas Khairun
Jl. Jusuf Abdulrahman Kampus 2 Unkhair Gambesi, Ternate, Maluku Utara, Indonesia

Email: lily.ishak@unkhair.ac.id

Abstract

Soil structural destruction in form of soil compaction due to intensive practices on agricultural soils has resulted in soil health disturbance. The SOM decline may impair soil structure and hence the formation of soil compaction. Instead, most farmers around the globe has currently adopted reduced-till and/or no-till methods to improve soil and plant productivity. No-till method has actually been applied by farmers in the small islands of North Maluku for about two centuries in cultivating nutmeg plants. Unfortunately, no-till method is applied by burning crop residue that has potentially induced the loss of SOM and soil erosion. Low SOM and soil carbon sequestration induces soil compaction, which may inhibit root penetration into the deeper layers; thereby decreases nutmeg yield and soil biodiversity, and support the incidence of soil-born diseases like white root disease on nutmeg. The continuous reduction of nutmeg yield has remarkably brought down the heyday of spices from this region. Given the significant contribution of nutmeg to the national and regional income, the strategies of soil management on nutmeg small-holder plantations need to be further discussed to contribute thoughts and notions for improving nutmeg farming system and restoring the heyday of nutmeg agribusiness in North Maluku.

Keywords: *Conservation agricultural system, soil compaction, soil health, spice agricultural system in small islands*

Abstrak

Kerusakan struktur tanah dalam bentuk pemadatan tanah yang dipicu oleh tingginya aktivitas pengelolaan tanah di lahan pertanian telah menimbulkan gangguan kesehatan tanah. Berkurangnya kandungan bahan organik tanah (BOT) mempercepat rusaknya struktur tanah dengan terbentuknya pemadatan tanah. Sebagai gantinya, banyak petani di berbagai belahan bumi telah beralih pada penerapan metode tanpa olah tanah (TOT) atau pun olah tanah minimum untuk memulihkan kembali produktivitas tanah dan tanaman. Metode TOT juga telah diterapkan oleh petani di pulau-pulau kecil di wilayah Maluku Utara sekitar dua abad lalu. Sayangnya, penerapan metode TOT ini disertai dengan pembakaran sisa tanaman yang secara potensial memicu erosi tanah dan hilangnya BOT. Pemadatan tanah akan meningkat seiring dengan menurunnya BOT dan penyerapan carbon tanah, dan selanjutnya dapat menghambat penetrasi akar; menurunkan biodiversitas tanah dan produktivitas tanaman pala; serta memicu perkembangan patogen-patogen tanah seperti cendawan akar putih yang dapat meyerang tanaman pala. Mengingat pala merupakan penyumbang utama terhadap pendapatan nasional dan regional Maluku Utara, maka diperlukan kajian lanjutan mengenai konsep pengelolaan tanah yang tepat pada areal perkebunan pala untuk menyumbangkan pemikiran dan gagasan dalam memperbaiki sistem pertanian pala untuk mengembalikan kejayaan agribisnis rempah pala di Maluku Utara.

Kata kunci: Kesehatan tanah, pemadatan tanah, sistem pertanian konservasi, sistem pertanian rempah wilayah kepulauan

1. PENDAHULUAN

Sumberdaya tanah yang merupakan modal utama pembangunan pertanian sebagian besar telah mengalami kerusakan akibat pengeolaan yang intensif tanpa mpedulikan prinsip-prinsip kesehatan tanah (Gupta 2019). Secara global, persentase tingkat kerusakan tanah pada lahan pertanian

terus meningkat dari waktu ke waktu dan berpengaruh secara langsung pada produktivitas pertanian serta ketersediaan pangan dunia (Shah *et al.* 2017; Gupta 2019). Menurut laporan Organisasi Pertanian dan Pangan Dunia atau FAO (2018), lebih dari 50% dari total luas lahan pertanian dunia (4.89 milyar hektar) berada dalam kategori rusak sedang sampai berat. Gibbs & Salmon

(2015) menyimpulkan bahwa menurunnya produktivitas tanah ini telah berdampak buruk terhadap ketersediaan pangan untuk memenuhi kebutuhan 2 milyar penduduk dunia.

Pemadatan tanah merupakan suatu bentuk kerusakan struktur tanah yang paling dominan terjadi pada berbagai jenis tanah. Pada kondisi tertentu, bentuk kerusakan tanah ini berpotensi menghambat keberlanjutan pembangunan pertanian (Soane & van Ouwerkerk 2013). Kerusakan struktur tanah ini terjadi akibat dari penerapan pengelolaan tanah yang intensif yang meliputi pemakaian alat berat secara intensif dalam mengolah tanah, rotasi tanam, pemakaian pupuk dan pestisida kimiawi secara berlebihan, serta penghilangan residu tanaman dari areal pertanian. Rusaknya struktur tanah dalam bentuk meningkatnya kepadatan tanah hingga pada kondisi tertentu dengan nilai *bulk density* lebih besar dari 1.4 g/cm^3 dapat mengganggu kesehatan tanah.

Ishak (2017) melaporkan bahwa pengolahan tanah minimum atau pun tanpa olah tanah yang diikuti dengan penahanan residu tanaman di permukaan tanah telah diadopsi oleh sebagian besar petani di dunia. Penerapan metode pengolahan tanah minimum atau pun metode TOT telah terbukti merupakan pendekatan yang efektif dalam mencegah terjadinya pemadatan tanah di wilayah beriklim sedang (Ishak *et al.* 2013).

Namun pada wilayah tropis, pemadatan tanah secara potensial terjadi melalui dua bentuk aktivitas. Aktivitas pertama berupa penggunaan alat-alat berat dalam pengolahan tanah pada berbagai sistem pertanian termasuk sistem pertanian organik dapat memicu terbentuknya pemadatan tanah (Bajgai *et al.* 2013; Ishak *et al.* 2013). Aktivitas kedua mencakup penerapan sistem pengolahan tanah minimal ataupun TOT (Ishak *et al.* 2013). Faktor iklim menjadi pemicu utama pemadatan tanah akibat penerapan metode TOT di wilayah tropis. Tingginya intensitas curah hujan dan suhu udara yang panas yang berlangsung sepanjang tahun memicu kelangsungan siklus pembasahan dan pengeringan tanah secara berkesinambungan. Soane & van Ouwerkerk (2013) menggambarkan bahwa proses ini menyebabkan ruang-ruang pori tanah yang

kosong terisi kembali oleh partikel-partikel tanah dan saling berikatan erat satu sama lain.

Proses pemadatan tanah ini lebih mudah terjadi pada tanah yang memiliki kandungan bahan organik yang rendah atau kurang dari 2% (Ishak & Brown 2018). Namun jenis kerusakan struktur tanah ini tidak mendapat perhatian serius dari petani pala di Maluku Utara. Hal tersebut dikarenakan proses pemadatan tanah ini berlangsung di dalam tanah dan tidak terlihat secara kasat mata. Itulah mengapa rusaknya struktur tanah pada berbagai sistem pertanian di wilayah tropis sulit terdeteksi secara dini dan permasalahan yang timbul sulit untuk segera diatasi. Ditambahkan pula, penelitian terkait pemadatan tanah dan efeknya terhadap kesehatan tanah di wilayah tropis masih sangat kurang.

Berdasarkan uraian di atas, dapatlah dikonfirmasi bahwa penerapan metode TOT pada sistem pertanian di wilayah tropis juga berpotensi menimbulkan pemadatan tanah yang pada kondisi tertentu dapat memperburuk kesehatan tanah dan tanaman. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis: (1) karakteristik pengelolaan tanah pada sistem pertanian tanaman pala di Maluku Utara; (2) potensi pembentukan pemadatan tanah pada areal perkebunan pala akibat penerapan sistem TOT; (3) terganggunya kesehatan tanah dan tanaman pala sebagai ancaman dari pemadatan tanah; dan (4) strategi pengelolaan tanah yang tepat sebagai solusi untuk meningkatkan kembali produktivitas tanah dan tanaman pala. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan baik sebagai rujukan baik dalam mengembangkan program peningkatan produktivitas tanaman pala Maluku Utara untuk menopang ekonomi nasional dan regional, maupun sebagai sebuah pendekatan dalam upaya mengembalikan masa kejayaan agribisnis rempah Maluku Utara di kancah internasional.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di areal perkebunan pala yang berada di wilayah Pulau Ternate pada tahun 2019. Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode kepustakaan dan survey lapangan serta analisis laboratorium. Data yang

dikumpulkan kemudian dianalisis secara kualitatif deskriptif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. KARAKTERISTIK PENGELOLAAN TANAH PADA SISTEM PERTANIAN TANAMAN PALA DI MALUKU UTARA

Maluku Utara terkenal sebagai pusat rempah di dunia sejak zaman kolonial Belanda dan Portugis. Pala yang menjadi komoditas tanaman rempah utama dari wilayah ini telah dipasarkan sampai ke negara-negara Eropa. Sayangnya, seiring dan waktu telah terjadi penurunan produksi pala di wilayah kepulauan Maluku Utara dan berdampak pada hilangnya masa keemasan rempah Maluku Utara dan kini hanya menjadi catatan sejarah.

Meskipun era kejayaan rempah Maluku Utara telah memudar saat ini, namun pengembangan pertanian rempah pala masih terus berlanjut hingga saat ini dan menjadi sumber mata pencaharian utama bagi petani lokal Maluku Utara. Berdasarkan laporan Badan Pusat Statistik (2018), pengembangan perkebunan tanaman pala rakyat di Maluku Utara menyebar di seluruh wilayah Kabupaten/Kota, dimana ada tiga wilayah yang merupakan penghasil pala terbesar di Maluku Utara yaitu Kabupaten Halmahera Tengah sebesar 1,806 ton, Kabupaten Halmahera Utara sebesar 1,632 ton dan Kota Ternate 1,407 ton.

Karakteristik perkebunan pala yang dikembangkan di seluruh wilayah kepulauan Maluku Utara adalah perkebunan milik rakyat yang berskala subsisten. Skala subsisten dicirikan dengan input teknologi yang rendah. Hingga tahun 2015, petani pala Maluku Utara berjumlah 27,469 petani dengan total luas areal pengusahaan perkebunan pala sebesar hampir mencapai 58 ribu hektar yang dikategorikan terbesar di Indonesia (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2018).

Pala merupakan komoditas yang sangat menjanjikan dalam menopang keberlanjutan pembangunan ekonomi di wilayah Maluku Utara. Hal ini dapat dilihat tampak dari kontribusinya yang signifikan terhadap pembangunan ekonomi nasional maupun regional Maluku Utara. Sebagai contoh, pada tahun 2012, nilai ekspor pala Indonesia

mencapai lebih dari 140 ribu US dolar atau sekitar lebih dari 1.8 triliun rupiah (dengan asumsi 1 US dolar = Rp 13,000). Meskipun ada penurunan nilai ekspor pala di tahun 2015, namun pendapatan nasional dari komoditas pala saat itu masih mencapai 1.3 triliun rupiah. Melihat signifikansi kontribusinya terhadap pembangunan ekonomi, maka sudah saatnya komoditas pala patut dipertimbangkan sebagai komoditas unggulan di wilayah Maluku Utara.

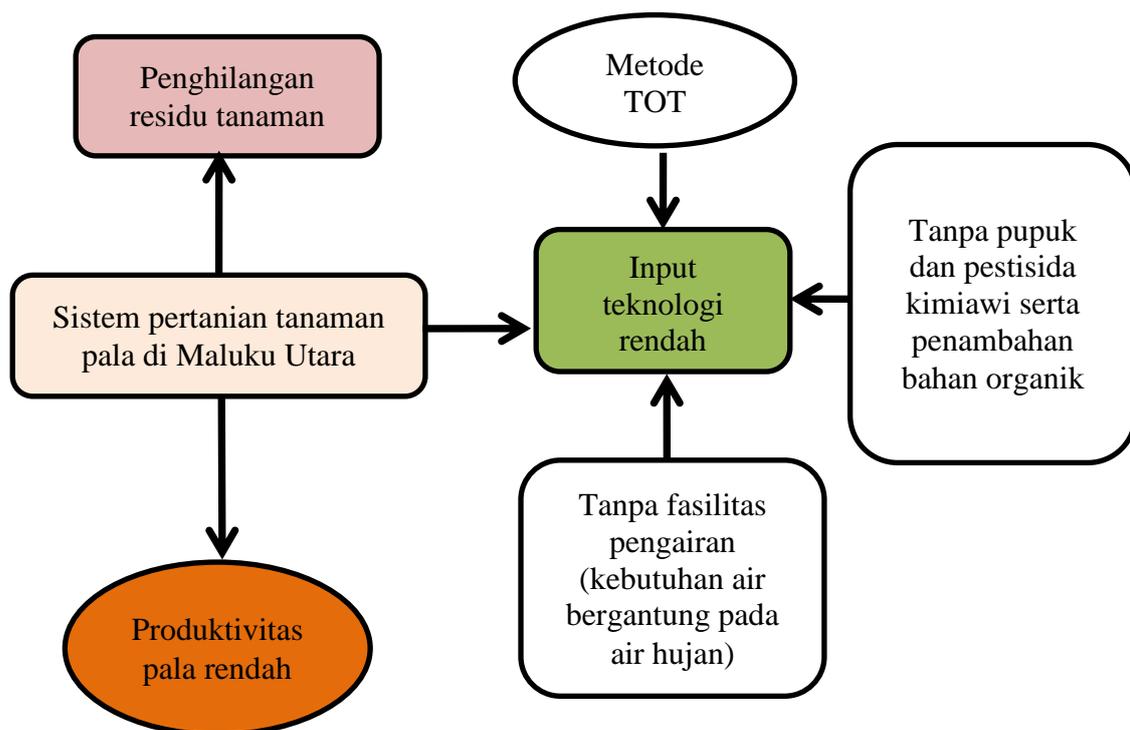
Sebuah fenomena menunjukkan bahwa luas areal tanam pala yang menghasilkan dan produksi pala di Maluku Utara senantiasa berfluktuasi dari tahun ke tahun. Sebagai contoh, luas areal perkebunan pala yang menghasilkan dalam kurun waktu antara 2015 dan 2017 berkisar 16,822 hektar atau sekitar 39% dari total luas area perkebunan pala di Maluku Utara mampu menghasilkan produksi sebesar 7,957 ton. Namun produksi pala kemudian mengalami penurunan di tahun 2018 menjadi 6,547 ton (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2019). Data ini menunjukkan bahwa meskipun Maluku Utara memiliki luas areal pala terbesar di Indonesia, namun tidak berimbang dengan produktivitas tanaman pala dari Maluku Utara yang masih rendah yakni hanya berkisar 0.47 ton per hektar dibandingkan dengan produktivitas tanaman pala di Provinsi Aceh yang mencapai hingga 0.70 ton per hektar dengan luas areal tanam yang menghasilkan sebesar 12,031 hektar.

Salah satu faktor pembatas utama terkait dengan rendahnya produktivitas tanaman pala di Maluku Utara adalah tanah. Sayangnya, faktor ini seringkali diabaikan dalam penyusunan program pengembangan tanaman pala. Padahal tanah-tanah yang ditumbuhi tanaman pala memiliki tingkat kesuburan yang rendah. Hasil penelitian pada perkebunan pala di wilayah Pulau Ternate menunjukkan bahwa tanah-tanah yang ditumbuhi tanaman pala didominasi oleh jenis Inceptisol vulkanik (Soil Survey Staff, 2014) dan bertekstur lempung. Tanah-tanah tersebut dicirikan dengan memiliki kandungan BOT yang sedang (2-3%) pada kedalaman tanah 0-20 cm dan menurun di bawah 2% pada kedalaman tanah 20-30 cm; nilai pH tanah umumnya berkisar dari agak masam (pH 6.31) hingga masam (pH 5.32); nilai kapasitas tukar kation (KTK) dikategorikan sedang (20.19-24.70 cmol.kg⁻¹); serta kejenuhan basa

rendah yakni kurang dari 40%. Meskipun tanaman pala toleran terhadap pH yang rendah, namun kemasaman tanah yang tinggi akan dapat membatasi ketersediaan unsur-unsur hara esensial yang dibutuhkan oleh tanaman seperti fosfor (P) dan kalsium(Ca). Keadaan tanah inilah diasumsikan dapat mempengaruhi rendahnya produktivitas tanaman pala.

Selain itu, karakteristik yang menonjol dari sistem pengelolaan tanah pada areal perkebunan pala oleh petani lokal di wilayah kepulauan Maluku Utara adalah penerapan sistem pengolahan tanah dengan input teknologi yang rendah (**Gambar 1**).

berdasarkan hasil survey lapangan ditemukan bahwa sistem pengelolaan tanah dengan input yang rendah ini telah diadopsi oleh petani lokal secara turun-temurun lebih dari dua abad lalu. Karakteristik sistem pertanian tanaman pala dengan input rendah di wilayah ini adalah sebagai berikut: (1) mengadopsi metode TOT; (2) tanpa aplikasi pupuk dan pestisida kimiawi serta bahan organik ke dalam tanah; (3) tanpa pengairan, kebutuhan air tanaman hanya bersumber dari air hujan yang jatuh; dan (4) aktivitas penghilangan residu tanaman dari areal perkebunan pala dilakukan dengan frekuensi yang tinggi.



Gambar 1. Karakteristik pengelolaan tanah yang diterapkan pada sistem pertanian tanaman pala di Maluku Utara

Sistem pengelolaan tanah dengan input teknologi yang rendah sesungguhnya dapat melahirkan baik dampak positif maupun negatif terhadap aspek sosial, ekonomi dan lingkungan. Dampak-dampak tersebut dipandang dari pendekatan tiga aspek tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Dari aspek sosial dapat dijelaskan bahwa metode TOT yang diadopsi dan dibarengi dengan tanpa aplikasi pupuk dan pestisida

kimiawi memiliki dampak positif. Aktivitas ini dapat dikategorikan sebagai sebuah nilai kearifan lokal dalam melindungi sumberdaya tanah dan lingkungan dari potensi pencemaran. Akan tetapi praktek TOT yang diterapkan belum sesuai dengan prinsip-prinsip konservasi tanah. Dalam penerapan metode TOT, petani melakukan menghilangkan residu tanaman dari permukaan tanah dan membakarnya. Perilaku menghilangkan residu tanaman sebagai

sumber bahan organik tanah justru memberikan dampak buruk terhadap produktivitas tanah dan tanaman.

2. Dari aspek ekonomi, rendahnya input teknologi ke dalam sistem pertanian tanaman pala tentunya berdampak pada kecilnya biaya produksi yang dikeluarkan petani baik untuk pembelian pupuk maupun pestisida kimiawi serta energi yang dibutuhkan untuk mengolah tanah dan memelihara tanaman. Namun, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa input teknologi yang rendah mempunyai pengaruh yang kecil terhadap peningkatan kuantitas dan kualitas produksi pala. Justru sebaliknya, produktivitas pala Maluku Utara masih berada dalam posisi yang rendah yang tentunya mempengaruhi besarnya pendapatan petani. Saat ini rata-rata produktivitas pala hanya berkisar 0.47 ton per hektar atau sekitar 470 kg per hektar. Dengan mengasumsikan harga 1 kilogram biji pala kering adalah 80 ribu rupiah, maka bila dikalkulasikan, nilai pendapatan kotor petani hanya mencapai hampir 38 juta rupiah per hektar per tahun atau setara dengan 3 juta rupiah per bulan. Kemudian bila dikurangi dengan biaya yang dikeluarkan pada masa panen, maka pendapatan bersih seorang petani kemungkinan kurang dari 2 juta rupiah per bulan.

3. Dari aspek lingkungan dapat digambarkan bahwa praktek TOT terutama pada lahan bertopografi miring sebenarnya dapat mencegah percepatan kehilangan bahan organik tanah, penurunan keanekaragaman biota tanah, dan bahaya erosi tanah serta limpasan permukaan (*runoff*). Hasil penelitian dari Dumanski & Peiretti (2013) menunjukkan bahwa praktek TOT memperbaiki struktur tanah, meningkatkan penyerapan carbon tanah, efisiensi penggunaan air, dan peningkatan siklus biologi tanah dan unsur hara, serta membantu pembentukan lapisan penutup tanah secara permanen. Akan tetapi, praktek TOT yang tidak dibarengi dengan penahanan residu tanaman sebagaimana yang diadopsi oleh petani lokal Maluku Utara memiliki kelemahan terutama dalam membantu penyerapan carbon tanah dan mencegah erosi serta limpasan permukaan. Justru praktek pembakaran residu tanaman berpotensi memberikan dampak negatif bagi kesehatan tanah dan tanaman.

Mengacu pada karakteristik yang telah diuraikan di atas, dapat dikatakan bahwa praktek TOT yang diadopsi petani pala tidak sesuai dengan prinsip-prinsip konservasi tanah modern. Ketidaksesuaian ini terutama disebabkan oleh tingkat pengetahuan petani yang sangat rendah tentang konsep konservasi tanah modern.

3.2. POTENSI PEMBENTUKAN PEMADATAN TANAH DI AREAL PERKEBUNAN PALA AKIBAT PENERAPAN SISTEM TOT

Konsep konservasi tanah modern yang tengah digalakkan saat ini adalah metode TOT. Menurut Dumanski & Peiretti (2013), praktek TOT memiliki keunggulan yang besar karena gangguan terhadap tanah dieliminir sekecil mungkin. Peiretti (2003) menambahkan bahwa pada lahan yang menerapkan metode TOT, hanya terdapat lubang-lubang kecil yang dibuat secara manual pada saat sebelum tanam. Metode ini dinilai cocok pula diterapkan di wilayah tropis baik untuk pengembangan sistem budidaya tanaman semusim maupun tanaman tahunan berjangka panjang. Mengingat tingkat kerusakan tanah yang ditimbulkan oleh metode TOT sangatlah kecil, maka advokasi terus dilakukan untuk mengadopsi metode ini dalam pengelolaan tanah di berbagai negara.

Temuan dari penelitian-penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Busari *et al.* (2015); Xiaozhu *et al.* (2016); dan Rajan *et al.* (2017) menunjukkan bahwa praktek TOT di tanah-tanah pertanian berdampak positif terhadap status kesehatan tanah. Hal ini dapat dilihat dari membaiknya kondisi fisik, kimia dan biologi tanah. Silburn *et al.* (2007) menambahkan penahanan residu tanaman dalam praktek TOT secara signifikan menurunkan laju erosi tanah dan limpasan permukaan serta meningkatkan kemampuan tanah mengikat air. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Li *et al.* (2012) juga menunjukkan bahwa aplikasi metode TOT yang diikuti dengan penahanan residu tanaman telah memperbesar tingkat serapan C-organik tanah hingga melebihi 400 kg C per hektar per tahun dan menekan laju emisi carbon lebih dari 25% dibandingkan dengan aplikasi metode olah tanah intensif.

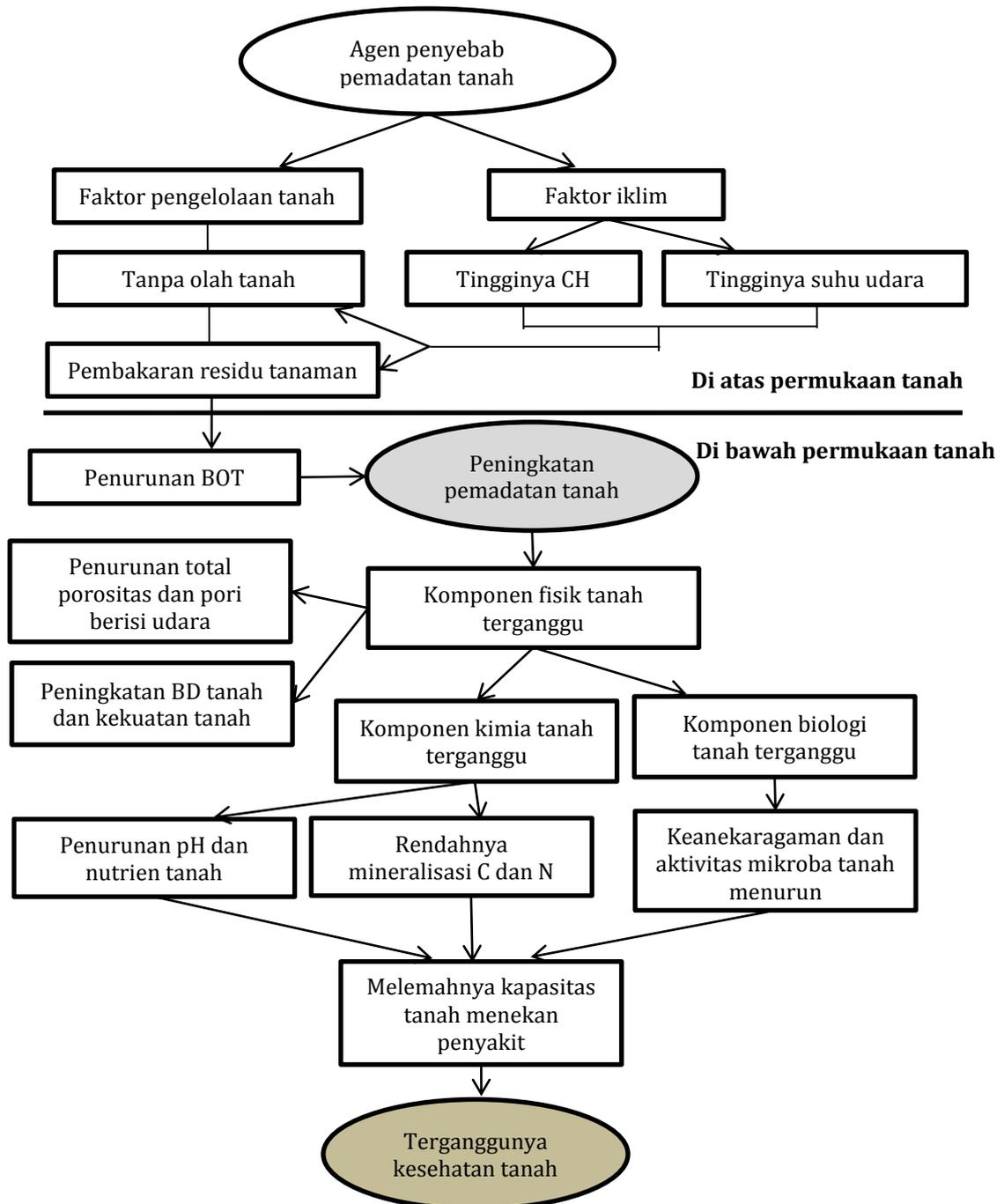
Meskipun aplikasi metode TOT berdampak positif bagi kestabilan kesehatan tanah, namun aplikasinya di Indonesia dan wilayah tropis lainnya justru berpotensi mengganggu kesehatan tanah melalui kerusakan struktur tanah. Botta et al. (2010) dan Soane & van Ouwerkerk (2013) menyatakan bahwa praktek TOT pada lahan pertaniandi wilayah tropis secara terus menerus dapat memicu pembentukan pemadatan tanah. Mengacu pada definisi yang dirumuskan oleh Panitia Ad Hoc Masyarakat Ilmu Tanah Amerika, pemadatan tanah merupakan jenis kerusakan struktur tanah yang terbentuk akibat penumpukan kembali partikel-partikel tanah mengisi ruang pori tanah yang kosong yang diindikasikan dengan meningkatnya nilai kepadatan volume tanah (Ishak, 2017). Ishak (2017) menggambarkan bahwa pemadatan tanah sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor iklim yaitu curah hujan dan temperatur udara. Di wilayah tropis, curah hujan yang tinggi dan temperatur yang panas yang berlangsung silih berganti sepanjang tahun telah memicu kelangsungan proses pembasahan dan pengeringan tanah.

Peran faktor-faktor iklim dalam pembentukan pemadatan tanah diperlihatkan melalui dua mekanisme: (i) fenomena pembasahan dan pengeringan pada tanah yang berlangsung secara silih berganti dapat mempercepat laju dekomposisi bahan organik tanah dan mengurangi penyerapan C-organik tanah pada lapisan *top-soil*. Laju kehilangan C-organik tanah di wilayah tropis juga semakin meningkat karena dipicu oleh temperatur udara yang panas. Sebagaimana dilaporkan oleh Sihak (2017), laju kehilangan C-organik tanah ini bisa mencapai dua kali lebih cepat dibandingkan di wilayah beriklim dingin; dan (ii) fenomena terbentuknya

pemadatan tanah akibat aplikasi metode TOT yang dibarengi dengan penghilangan residu tanaman. Li et al. (2012) menyimpulkan bahwa penghilangan residu tanaman pada permukaan tanah dari suatu areal pertanaman dapat memicu terbentuknya pemadatan tanah sebagai akibat dari menurunnya atau hilangnya bahan organik tanah.

3.3. TERGANGGUNYA KESEHATAN TANAH DAN TANAMAN PALA SEBAGAI ANCAMAN DARI PEMADATAN TANAH

Doran dan Zeiss (2000) menyimpulkan bahwa kesehatan tanah merupakan kemampuan suatu tanah sebagai sebuah sistem kehidupan untuk menjalankan fungsinya secara stabil dan berkesinambungan di dalam batas-batas ekosistem, untuk mempertahankan produktivitas biologi, memelihara kualitas lingkungan udara dan air, serta memelihara kesehatan tanaman, hewan dan manusia. Sementara itu, Lehman et al. (2015) menyatakan bahwa tanah yang sehat memiliki produktivitas biologis yang stabil dan tahan terhadap gangguan eksternal seperti aktivitas pertanian. Namun, tanah yang sehat dan tidak sehat memang sulit diukur secara langsung. Oleh karena itu, deteksi tanah yang sehat dan tidak sehat dilakukan dengan menggunakan indikator-indikator tanah dan tanaman. Tanah dikatakan sehat atau sakit dapat dilihat dari indikator adanya serangan penyakit tular tanah pada tanaman. Munculnya serangan penyakit tular tanah menjadi tantangan besar harus yang dihadapi petani (**Gambar 2**).



Gambar 2. Skema pembentukan pemadatan tanah akibat penerapan metode TOT dan pengaruhnya terhadap melemahnya kemampuan tanah menekan penyakit. CH= curah hujan, BOT= bahan organik tanah; BD = bulk density (sumber: Ishak 2017).

Berdasarkan hasil pengamatan, tanah-tanah pada areal perkebunan pala mengalami gangguan kesehatan. Hal ini diindikasikan dengan ditemukannya tanaman-tanaman pala yang sakit akibat serangan jamur putih pada pangkal batang dan busuk buah. Meskipun belum dilakukan penelitian lebih lanjut, namun dapat diasumsikan bahwa adanya tanaman yang sakit dapat dikorelasikan

dengan tingginya nilai kepadatan volume tanah pada kedalaman lapisan tanah 20 - 30 cm yakni mencapai 1.67 g cm^{-3} .

Di samping itu, kandungan BOT pada kedalaman lapisan tanah 20-30 cm di lokasi penelitian berada pada kategori rendah sampai sedang (1.7 - 2.6%). Lipiec *et al.* (2012) menyatakan bahwa rendahnya kandungan BOT menjadi pemicu bagi

terbentuknya pemadatan tanah pada lapisan *subsoil*. Bila dikaitkan dengan kondisi di areal perkebunan pala, maka tingginya kepadatan tanah ini berpotensi mengganggu baik kesehatan maupun produksi tanaman pala. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa menurunnya kesehatan tanaman pala juga dipicu oleh rendahnya ketersediaan unsur hara fosfor (PO_4^{2-}) dan kation-kation yang dapat dipertukarkan (Ca^{++} dan Mg^{++}) di dalam tanah yang umumnya bereaksi masam (pH 5.3).

Berdasarkan uraian di atas, dapat diasumsikan bahwa menurunnya kesehatan tanah dan tanaman merupakan kontribusi dari meningkatnya pemadatan tanah. Tingkat kepadatan tanah yang tinggi secara langsung merusak sifat-sifat fisik tanah (Berisso *et al.* 2012), antara lain mengubah distribusi pori-pori tanah dan kontinuitas ruang pori, serta menurunkan total porositas tanah. Perubahan ini dapat menurunkan difusi oksigen tanah dan mengganggu laju permeabilitas air. Kemudian, Beare *et al.* (2009) melaporkan bahwa ketika musim hujan berlangsung, aerasi tanah juga akan terganggu, karena ruang pori pada tanah yang padat akan terisi lengas tanah yang tinggi. Kondisi anaerob dapat terbentuk pada tanah jenuh air. Ishak & Brown (2018) menyatakan bahwa komunitas mikroba tanah dan aktivitasnya dapat menurun apabila tanah berada dalam kondisi anaerob. Sebaliknya, komunitas patogen tanah yang menyukai lingkungan anaerob dapat berkembang pesat dan menginfeksi baik akar maupun pangkal batang tanaman pala yang sebelumnya telah diserang hama penggerek batang.

3.4. STRATEGI PENGELOLAAN TANAH YANG TEPAT SEBAGAI SOLUSI MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS TANAH DAN TANAMAN PALA

Untuk mendorong penguatan pala sebagai komoditas unggulan Maluku Utara, maka sudah saatnya dipikirkan terobosan-terobosan mengenai pengembangan sebuah konsep baru pengelolaan sistem pertanian tanaman pala yang tepat untuk wilayah ini. Konsep baru ini tidak hanya dikonsentrasikan pada hilirisasi dan pengembangan diversifikasi produk pala, tetapi juga

difokuskan pada pengelolaan sistem pertanian tanaman pala di bagian hulu, dengan konsentrasi utama pada sistem pengelolaan tanah.

Konsep baru pengelolaan tanah ini seyogyanya merupakan turunan dari konsep konservasi tanah modern yang dalam implemenasinya disesuaikan dengan karakteristik wilayah setempat. Ada tiga faktor kunci yang perlu diintegrasikan sebagai sebuah paket yang dimasukkan ke dalam sistem pengelolaan tanah pada perkebunan pala. Ketiga faktor kunci tersebut mencakup: (i) penerapan teknik TOT dengan penahanan residu tanaman minimal 30% di permukaan tanah untuk berfungsi sebagai mulsa dan sumber BOT; (ii) pengairan (irigasi) yang teratur dan sesuai kebutuhan. Pengaturan pengairan ini terutama dilakukan selama periode musim kemarau untuk mengatasi kekurangan kebutuhan air tanaman; dan (iii) membangun kapasitas petani melalui peningkatan pengetahuan dan skill tentang kedua faktor kunci di atas. Keberhasilan mengubah pola pikir dan perilaku petani mengenai metode TOT yang efektif akan dapat mempercepat upaya pemulihan kembali masa kejayaan rempah di wilayah ini.

Dalam konsep baru tersebut pemenuhan kebutuhan air tanaman menjadi sangat penting dalam menopang kestabilan produksi pala yang optimal. Suatu tanah dikatakan produktif apabila tanah tersebut mampu mempertahankan kondisi air tanah pada kondisi kapasitas lapang 80%. Ketersediaan air tanah menjadi faktor pembatas utama bagi tanaman pala di Maluku Utara sehubungan dengan fenomena perubahan iklim. Terjadinya perubahan iklim di wilayah Maluku Utara akhir-akhir ini yang diindikasikan dengan terjadinya musim kemarau yang panjang dalam beberapa tahun terakhir telah memberikan pengaruh besar terhadap penurunan produksi pala. Ini menjadi alasan utama perlunya mempertimbangkan aspek pengairan yang teratur di areal perkebunan pala. Salah satu strategi untuk memelihara ketersediaan air tanah di areal lahan kering antara lain dengan membangun parit buntu sebagai kolam pengumpul air. Parit-parit ini dapat membantu memelihara lengas tanah hingga 60-80% yang sesuai bagi kebutuhan tanaman terutama di musim kemarau dan intensitas curah hujan

rendah. Menahan residu tanaman sebagai mulsa pada permukaan tanah sepanjang masa merupakan pendekatan yang tepat untuk membantu tanah menahan air serta mencegah evaporasi yang tinggi.

4. KESIMPULAN

Aplikasi metode TOT pada sistem pertanian tanaman pala di Maluku Utara berpotensi menimbulkan kerusakan struktur tanah akibat terbentuknya pemadatan tanah. Fenomena ini dapat terjadi di wilayah tropis, dimana faktor-faktor iklim dan rendahnya kandungan bahan organik merupakan pemicu utamanya. Bentuk kerusakan struktur tanah ini dapat mengganggu kesehatan tanah dan tanaman. Oleh karena itu diperlukan sebuah terobosan dengan melahirkan konsep baru mengenai pengelolaan tanah yang tepat dengan mengembangkan strategi pengelolaan residu tanaman sebagai mulsa organik dalam metode TOT. Strategi ini efektif dalam memperbaiki kondisi fisik, kimia dan biologi tanah yang diindikasikan dengan meningkatnya keanekaragaman dan aktivitas mikroba tanah serta penyerapan carbon organik dan nitrogen di tanah. Di samping itu, pengelolaan irigasi di lahan kering pada areal perkebunan pala yang dintegrasikan dengan metode TOT akan mampu memperbaiki produktivitas pala. Apabila ketersediaan BOT dan lengas tanah tercapai dan berada dalam kondisi seimbang, maka akan dapat membantu memulihkan kapasitas tanah (*soil resilient*) untuk menjalankan fungsinya menekan serangan penyakit tular tanah (*soil-borne disease suppression*) dan dapat menopang kesehatan tanaman serta menjamin produktivitasnya.

5. PERSANTUNAN

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Khairun sebagai penyandang dana untuk mendukung pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih dan penghargaan yang tinggi juga diberikan kepada Sarni, SP., M.Si dan Erwin Ladjinga, SP., M.Si, staf dosen Fakultas Pertanian Universitas Khairun, atas bantuannya melakukan survey lapangan dan pengambilan sampel tanah.

6. REFERENSI

- Bajgai Y, Kristiansen P, Hulugalle N, McHenry M. 2013. Comparison of organic and conventional managements on yields, nutrients and weeds in a corn-cabbage rotation. *Renewable Agriculture and Food Systems*: 1-11.
- Badan Pusat Statistik. 2018. *Provinsi Maluku Utara dalam Angka*. BPS Provinsi Maluku Utara. URL: <https://malut.bps.go.id/publication/2018>.
- Beare MH, Gregorich EG, St-Georges P, 2009. Compaction effects on CO₂ and N₂O production during drying and rewetting of soil, *Soil Biology and Biochemistry*, 41 (3): 611 - 621.
- Berisso FE, Schjønning P, Keller T, Lamandé M, Etana A, de Jonge LW, Iversen BV, Arvidsson J, Forkman J, 2012. Persistent effects of subsoil compaction on pore size distribution and gas transport in a loamy soil, *Soil and Tillage Research*, 122: 42 - 51.
- Botta GF, Tolon-Becerra A, Lastra-Bravo X, Tourn M, 2010. Tillage and traffic effects (planters and tractors) on soil compaction and soybean (*Glycine max L.*) yields in Argentinean pampas. *Soil and Tillage Research*, 110 (1): 167 - 174.
- Busari MA, Kukal SS, Kaur A, Bhatt R, Dulazi AA, 2015. Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment, *International Soil and Water Conservation Research*, 3:119-129.
- Direktorat Jenderal Perkebunan Republik Indonesia. 2018. *Statistik Perkebunan Indonesia 2015 - 2017, Pala*. Dirjen Perkebunan RI.
- Direktorat Jenderal Perkebunan Republik Indonesia. 2019. *Statistik Perkebunan Indonesia 2018 - 2020, Pala*. Dirjen Perkebunan RI.
- Doran JW, Zeiss MR, 2000. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology*, 15: 3 -11.
- Dumanski J, Peiretti R. 2013. Modern concepts of soil conservation, *International Soil and Water Conservation Research*, 1 (1): 19 - 23.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2018. *Land and Water*. Retrieved from: <http://www.fao.org/land-water/land/httpwwwfaorgsoils-portalen/en/>
- Gibbs HK, Salmon JM. 2015. Mapping the world's degraded lands. *Applied Geography*, 57: 12 - 21.
- Gupta GS. 2019. Land degradation and challenges of food security. *Review of European Studies*, 11 (1): 63 - 72.

- Ishak L, McHenry MT, Brown PH. 2013. Soil compaction in tropical organic farming systems and its impact on natural soil-borne disease suppression: challenges for management. *International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*, 7 (11): 2926-2928.
- Ishak L. 2017. Soil microbial communities and disease suppression as affected by soil compaction resulting from different strategy management. *PhD Thesis*. Central Queensland University, Australia.
- Ishak L, Brown PH, 2018. Changes in microbial community as affected by soil compaction and organic matter amendment. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, 8 (6): 2349-2354.
- Lehman RM, Acosta-Martinez V, Buyer JS, Cambardella CA, Collins HP, Ducey TF, Harlvorson JJ, Jin VL, Johnson JMF, Kremer RJ, Lundgren JG, Manter DK, Maul JE, Smith JL, Stott DE, 2015. Soil biology for resilient, healthy soil. *Soil and Water Conservation Society*, 70 (1): 12A -18A.
- Li LJ, You MY, Shi HA, Han XZ, 2012. Short-term tillage influences microbial properties of a Mollisol in Northeast China. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10 (3 & 4): 1433 - 1436.
- Li LJ, You MY, Shi HA, Zou WX, Han XZ, 2013. Tillage effects on SOC and CO₂ emissions of Mollisols. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11 (1): 340 - 345.
- Rajan G, Lamichhane S, Acharya BS, Bista P, Sainju UM, 2017. Tillage, crop residue and nutrient management effects soil organic carbon in rice-based cropping system: a review. *Journal of Intergrative Agriculture*, 16(1): 1-15.
- Shah AN, Tanveer M, Yang G, Fahad S, Ali S, Bukhari MA, Tung SA, Hafeez S, Souliyanonh B, 2017. Soil compaction effects on soil health and crop productivity: an overview. *Environmental Science and Pollution Research*: 24, 10056-10067.
- Silburn DM, Freebairn DM, Rattray DJ, 2007. Tillage and the environment in subtropical Australia—Tradeoffs and challenges. *Soil and Tillage Research*, (2): 306 - 317.
- Soane BD, van Ouwerkerk C. (Eds) 2013. *Soil Compaction in Crop Production*. Elsevier: Amsterdam - London - New York - Tokyo.
- Soil Survey Staff, "Keys to Soil Taxonomy", Twelfth Edition, United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service, 2014.
- Xiaozhu Y, Zhuang LI, Cungang C, 2016. Effect of conservation tillage practices on soil phosphorus nutrition in an apple orchard. *Horticultural Plant Journal*, 2(6): 331-337.