



JUDUL ARTIKEL DALAM BAHASA INDONESIA PERUBAHAN KADAR NITROGEN TOTAL PADA TANAH SEBAGAI ALTERNATIF ESTIMASI *POST- MORTEM INTERVAL*

Durrotus Sunniyyah¹

¹Sekolah Pascasarjana Universitas Airlangga

*¹e-mail : nia.120494@gmail.com

Abstract

Forensic taphonomy is a branch of forensic science which in its application uses processes related to the decomposition of corpses and uses soil evidence to estimate post-mortem interval (PMI) or post burial. Soil has evidential value because it contains minerals, plants and animal materials that are useful for characterization. This research was conducted by analyzing soil characteristics, namely soil pH and soil moisture and total nitrogen content in soil samples taken from under rabbit carcasses that were placed on the soil surface, buried 25 cm and 50 cm at each decomposition stage. The results obtained showed significant differences at each stage of decomposition and laying of the carcasses.

Keywords: *Forensic taphonomy, PMI, Total nitrogen*

Abstrak

Taphonomi forensik merupakan salah satu cabang ilmu forensik yang dalam penerapannya menggunakan proses yang terkait dengan dekomposisi mayat dan menggunakan barang bukti berupa tanah untuk memperkirakan *post-mortem interval* (PMI) atau pasca penguburan. Tanah memiliki nilai pembuktian karena mengandung mineral, tumbuhan dan bahan hewani yang berguna untuk karakterisasi. Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis karakteristik tanah yaitu pH tanah dan kelembapan tanah serta kadar nitrogen total pada sampel tanah yang diambil dari bawah bangkai kelinci yang diletakkan di permukaan tanah, dikubur 25 cm dan 50 cm pada setiap tahap dekomposisi. Hasil yang diperoleh menunjukkan perbedaan yang signifikan pada setiap tahap dekomposisi dan peletakan bangkai.

Kata Kunci: Nitrogen total, PMI, Taphonomi forensik

1. INTRODUCTION

1. PENDAHULUAN

Taphonomi forensik merupakan salah satu cabang ilmu forensik yang dalam penerapannya menggunakan proses yang terkait dengan dekomposisi mayat untuk memperkirakan *post-mortem interval* (PMI) atau pasca penguburan, menentukan cara kematian, menemukan lokasi penguburan mayat pada kasus kejahatan dan mengidentifikasi orang yang meninggal (Singh & Bala, 2020). Pemeriksaan tanah dalam proses penyidikan kematian sering diambil sebagai salah satu bukti kooperatif. Hal ini mencerminkan perspektif ilmu kriminologi tentang barang bukti, yaitu tanah merupakan media yang dapat dicirikan oleh zat alami, dan sifat fisik.

Tanah memiliki nilai pembuktian karena tanah mengandung mineral, tumbuhan dan bahan hewani. Komponen seperti fosil, tulang dan kaca yang ditemukan di tanah, merupakan barang langka dan berguna untuk karakterisasi (Fitzpatrick, 2008; Singh & Bala, 2020).

Dekomposisi terdiri dari serangkaian fenomena transformatif (termasuk autolisis dan pembusukan) yang terjadi setelah aktivitas vital tubuh berhenti (Fitzgerald & Oxenham, 2009; Tumer et al., 2013). Autolisis adalah proses pemecahan jaringan oleh enzim seluler dan proses pemecahan jaringan yang biasanya terjadi dalam organisme. Pembusukan adalah pemecahan seluruh jaringan dan proses ini disebabkan oleh aktivitas enzim jamur dan bakteri baik sebagai bagian dari mikrobioma tubuh atau

lingkungan sekitarnya (Aitkenhead-Peterson et al., 2015). Komponen kimiawi dilepaskan dari tubuh melalui autolisis dan pembusukan selama proses dekomposisi, yang kemudian menciptakan suatu area yang terkonsentrasi dari nutrisi dan organisme terkait yang disebut 'Cadaver Decomposition Island' (CDI). CDI dapat bertahan selama bertahun-tahun, tergantung dari ukuran bangkai dan konteks ekosistemnya (Keenan & DeBruyn, 2019; Quaggiotto et al., 2019).

Tanah di bawah bangkai hewan telah terbukti berubah nutrisi dan sifat kimianya dari waktu ke waktu seiring dengan bertambahnya waktu pembusukan. Senyawa nitrogen organik dan anorganik, kalium (K) dan natrium (Na) yang terkait dengan jaringan lunak (protein, lemak, cairan tubuh) adalah yang pertama dilepaskan selama dekomposisi. Komponen dari tulang seperti kalsium (Ca) dan fosfor (P) dilepaskan lebih lambat dan dapat bertahan di dalam tanah lebih lama daripada unsur hara lainnya (Forbes & Carter, 2015; Parmenter & Macmahon, 2009).

2. METODE

Penelitian ini menggunakan bangkai kelinci yang kemudian diletakkan di permukaan tanah, dikubur dengan kedalaman 25 cm dan 50 cm dengan jumlah kelinci pada masing-masing level sebanyak 3 ekor. Kelinci yang digunakan pada penelitian ini merupakan kelinci lokal dengan berat \pm 2kg. Tanah yang digunakan pada penelitian ini merupakan tanah dengan kelas tekstur tanah pasir berlempung dengan variasi pH antara 2,8 sampai 6,1 pada kontrol tanah. Masing-masing sampel tanah dilakukan pengukuran pH dengan menggunakan Soil Tester Takemura DM-15.

Berdasarkan peta jenis tanah Kota Surabaya yang diterbitkan oleh Badan Lingkungan Hidup, jenis tanah yang digunakan pada penelitian ini termasuk dalam jenis tanah aluvial. Kondisi iklim pada saat penelitian berlangsung berada pada kondisi panas dengan rata-rata suhu minimum dan maksimum sebesar 23⁰C dan 34⁰C.

Sampel tanah diambil pada awal sebelum bangkai diletakkan sebagai kontrol awal. Kemudian setelah bangkai kelinci diletakkan/dikubur sampel tanah diambil dengan rentang waktu 2,4,7,10 dan 14 hari. Proses pengambilan sampel tanah mengikuti petunjuk teknis pengambilan contoh tanah yang telah ditetapkan oleh Balai Penelitian Tanah Indonesia. Sebanyak \pm 40g sampel tanah dibawah bangkai yang diambil kemudian diayak dan ditempatkan dalam botol steril yang selanjutnya akan disimpan di freezer (-20⁰C) untuk menunggu dianalisis (Benninger et al., 2008).

Pemeriksaan kadar Nitrogen total pada sampel tanah dilakukan dengan menggunakan standar prosedur yang telah ditetapkan oleh Balai Penelitian Tanah Indonesia. Nitrogen organik dioksidasi dalam lingkungan asam sulfat pekat dengan katalis campuran selen yang kemudian membentuk (NH₄)₂SO₄. Kadar amonium dalam ekstrak ditetapkan dengan cara destilasi dengan penambahan larutan NaOH yang bertujuan untuk merubah menjadi basa. Selanjutnya, NH₃ yang dibebaskan diikat oleh asam borat dan dititar dengan larutan baku H₂SO₄ dengan menggunakan penunjuk Conway (Eviati & Sulaeman, 2009).

Analisis statistik yang digunakan adalah, uji Kruskal Wallis dengan menggunakan software SPSS 22 untuk melihat adanya perbedaan kadar nitrogen pada masing-masing level peletakan bangkai selama bangkai mengalami proses dekomposisi.

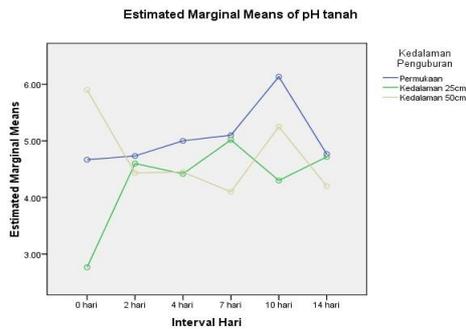
3. HASIL PENELITIAN

Sampel tanah diambil dari bawah bangkai kelinci dan kemudian diukur pH dan kelembapan serta dianalisis kadar nitrogen total. Proses pengambilan sampel berlangsung pada bulan Desember 2019, dengan rata-rata suhu minimum dan maksimum udara sebesar 23⁰C dan 34⁰C, serta rata-rata kelembapan udara sebesar 61%.

3.1 pH tanah

Pada masing-masing level peletakan bangkai diperoleh nilai p= 0,145 untuk

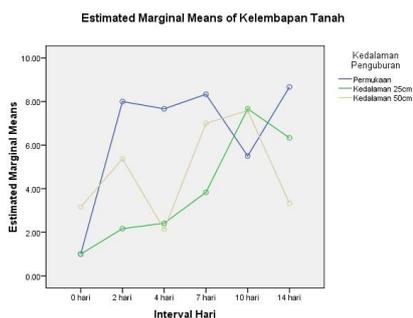
permukaan tanah, $p=0,018$ untuk kedalaman penguburan 25 cm dan $p=0,002$ untuk kedalaman penguburan 50 cm. Nilai $p < 0,05$ menunjukkan adanya perbedaan pH tanah pada sampel dengan interval waktu yang berbeda. Profil pH dengan interval hari pengambilan sampel ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Profil pH sampel tanah

3.2 Kelembapan tanah

Diperoleh perbedaan yang signifikan dari kelembapan ($p < 0,05$) pada masing-masing level peletakan bangkai. Hal ini ditunjukkan dengan nilai $p=0,016$ pada permukaan tanah, $p=0,000$ pada kedalaman penguburan 25 cm dan $p=0,000$ pada kedalaman penguburan 50 cm. Perbedaan ini dapat dilihat pada gambar 2.

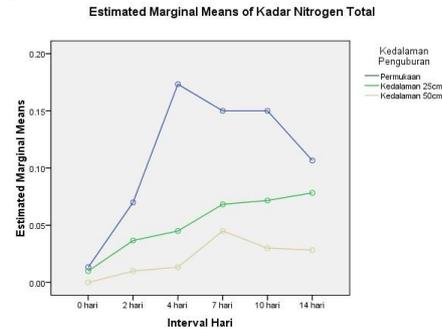


Gambar 2. Profil kelembapan sampel tanah

3.3 Nitrogen total

Terdapat perbedaan yang signifikan dari kadar nitrogen total ($p < 0,05$) yang dianalisis dari sampel tanah dibawah bangkai kelinci pada masing-masing level peletakan bangkai dengan nilai $p= 0,026$ pada permukaan, $p= 0,022$ pada kedalaman penguburan 25 cm dan $p=0,004$ pada kedalaman penguburan 50 cm. Pada sampel tanah dari permukaan dan penguburan 50 cm terjadi peningkatan kadar dengan

puncaknya pada hari ke-4 dan 7 yang kemudian mengalami turun seiring dengan semakin lama proses dekomposisi terjadi (gambar 3).



Gambar 3. Kadar nitrogen total sampel tanah dibawah bangkai

4. PEMBAHASAN

Penentuan waktu kematian merupakan hal mendasar dalam identifikasi forensik, karena dapat memberikan kontribusi penting untuk penyelidikan kriminal. Penentuan waktu kematian merupakan salah satu masalah forensik yang paling kompleks karena berbagai faktor lingkungan dan endogen dapat mempengaruhi proses pembusukan mayat secara signifikan (Ciaffi et al., 2018).

Analisis kimiawi dari cairan tubuh merupakan salah satu metode tertua berbasis laboratorium yang digunakan untuk memperkirakan PMI. Meskipun penelitian selama beberapa dekade menggunakan teknik ini, analit yang sesuai dan substrat sampel yang ideal masih harus diidentifikasi (Madea, 2005).

Selama dekomposisi awal, produk pemecahan dari jaringan lunak terakumulasi di dalam tubuh sebelum dilepaskan ke lingkungan sekitar karena dekomposisi dimulai oleh mikroorganisme dari tubuh itu sendiri. Masuknya hara ke dalam tanah terutama terjadi selama likuifaksi, di mana cairan dekomposisi mengalir ke lingkungan terdekat. Hal ini menyebabkan munculnya CDI (Carter et al., 2007; Dent et al., 2004). Dinamika nutrisi tanah dan vegetasi di sekitar sisa-sisa dekomposisi sangat kompleks dan ditentukan oleh banyak faktor seperti kelembapan tanah, komposisi tanah, drainase tanah, komposisi spesies vegetasi



© (2021) Sekolah Pascasarjana Universitas Airlangga, Indonesia dan komunitas mikroba (Perrault & Forbes, 2016).

Siklus hara di tanah umumnya terjadi dalam jangka waktu yang lama, walaupun begitu, unsur hara yang keluar dari tubuh selama dekomposisi dapat berkontribusi pada siklus hara. Karbon, hidrogen oksigen, dan nitrogen merupakan 96% unsur dari tubuh manusia yang hidup (Perrault & Forbes, 2016). Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan analisis kimia pada tanah untuk mengetahui perubahan kadar nitrogen pada tanah sebagai akibat dari pecahnya jaringan dari dalam tubuh selama proses dekomposisi.

Pada penelitian ini digunakan kelinci lokal sebagai model subjek penelitian. Pengambilan sampel dilakukan dengan mengikuti lima tahapan dekomposisi yaitu *fresh stage, bloated, active decay, dry decay and skeletonized*. Hasil pengukuran pH pada sampel menunjukkan adanya perbedaan pada masing-masing waktu pengamatan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Benninger dkk. dengan babi sebagai model subjek penelitian, terjadi peningkatan pH selama proses dekomposisi dari bangkai (Benninger et al., 2008). Pada beberapa penelitian yang lain juga menunjukkan adanya variasi dari pH level sampel tanah.

Penurunan pH tanah pada tahap awal dekomposisi dapat disebabkan oleh hasil proses fermentatif dari bakteri anaerob disalurkan pencernaan maupun di tanah dan kemudian akan meningkat sebagai akibat dari proses proteolisis (Singh & Bala, 2020). Variasi dari nilai pH tanah tidak dapat membuktikan adanya hubungan yang konsisten dengan proses dekomposisi.

Kelembapan tanah meningkat hari ke-2 yaitu pada saat bangkai mengalami tahapan *fresh stage*. Hal ini menunjukkan bahwa jaringan dalam tubuh sudah mulai pecah sehingga cairan kimiawi keluar dari tubuh. Selain itu juga diduga bahwa lingkungan mikro yang diciptakan oleh bangkai tampaknya menjaga tingkat kelembapan agar tetap stabil.

Kadar nitrogen mengalami peningkatan pada tahapan *fresh stage*. Hal ini sesuai dengan peningkatan kelembapan, sehingga

dapat dipastikan bahwa cairan tubuh pada tahap *fresh stage* sudah keluar. Kemudian semakin lama bangkai diletakkan, maka kadar nitrogen semakin meningkat sampai pada tahap *dry decay* akan mengalami penurunan hingga tahap *skeleton*.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini menggambarkan adanya perubahan kadar nitrogen yang signifikan pada setiap tahap dekomposisi, yang diharapkan dapat digunakan sebagai acuan data untuk menentukan PMI terhadap temuan mayat atau sisa rangka. Selain itu pada penelitian ini juga menunjukkan adanya variasi pH dan kelembapan tanah pada setiap tahap dekomposisi.

Hasil dari penelitian ini hanya dapat diaplikasikan pada jenis tanah dan lingkungan yang sama. Oleh karena itu dibutuhkan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan sampel jenis tanah serta iklim dan lingkungan yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Aitkenhead-Peterson, J. A., Alexander, M. B., Bytheway, J. A., Carter, D. O., & Wescott, D. J. (2015). Applications of soil chemistry in forensic entomology. *Forensic Entomology: International Dimensions and Frontiers*, 283–296. <https://doi.org/10.1201/b18156>
- Benninger, L. A., Carter, D. O., & Forbes, S. L. (2008). The biochemical alteration of soil beneath a decomposing carcass. *Forensic Science International*, 180(2–3), 70–75. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2008.07.001>
- Carter, D. O., Yellowlees, D., & Tibbett, M. (2007). Cadaver decomposition in terrestrial ecosystems. In *Naturwissenschaften*. <https://doi.org/10.1007/s00114-006-0159-1>
- Ciaffi, R., Feola, A., Perfetti, E., Manciocchi, S., Potenza, S., & Marella, G. L. (2018). Overview on the estimation of post mortem interval in forensic anthropology: Review of the literature and practical experience.



- © (2021) Sekolah Pascasarjana Universitas Airlangga, Indonesia
Romanian Journal of Legal Medicine,
26(4), 403–411.
<https://doi.org/10.4323/rjlm.2018.403>
- Dent, B. B., Forbes, S. L., & Stuart, B. H. (2004). Review of human decomposition processes in soil. *Environmental Geology*, 45(4), 576–585. <https://doi.org/10.1007/s00254-003-0913-z>
- Eviati, & Sulaeman. (2009). *Petunjuk Teknis Edisi 2: Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk* (B. H. Prasetyo, D. Santoso, & L. R. W. (eds.); 2nd ed.). BALAI PENELITIAN TANAH.
- Fitzgerald, C. M., & Oxenham, M. (2009). Modelling time-since-death in Australian temperate conditions. *Australian Journal of Forensic Sciences*, 41(1), 27–41. <https://doi.org/10.1080/00450610902935981>
- Fitzpatrick, R. (2008). Nature, Distribution, and Origin of Soil Materials in the Forensic Comparison of Soils. In *Soil Analysis in Forensic Taphonomy*. <https://doi.org/10.1201/9781420069921.ch1>
- Forbes, S., & Carter, D. (2015). Processes and Mechanisms of Death and Decomposition of Vertebrate Carrion. In *Carrion Ecology, Evolution, and Their Applications*. <https://doi.org/10.1201/b18819-4>
- Keenan, S. W., & DeBruyn, J. M. (2019). Changes to vertebrate tissue stable isotope ($\delta^{15}\text{N}$) composition during decomposition. *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-46368-5>
- Madea, B. (2005). Is there recent progress in the estimation of the postmortem interval by means of thanatochemistry? *Forensic Science International*, 151(2–3), 139–149. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2005.01.013>
- Parmenter, R. R., & Macmahon, J. A. (2009). Carrion decomposition and nutrient cycling in a semiarid shrub-steppe ecosystem. *Ecological Monographs*. <https://doi.org/10.1890/08-0972.1>
- Perrault, K. A., & Forbes, S. L. (2016). Elemental analysis of soil and vegetation surrounding decomposing human analogues. *Journal of the Canadian Society of Forensic Science*, 49(3), 138–151. <https://doi.org/10.1080/00085030.2016.1184840>
- Quaggiotto, M. M., Evans, M. J., Higgins, A., Strong, C., & Barton, P. S. (2019). Dynamic soil nutrient and moisture changes under decomposing vertebrate carcasses. *Biogeochemistry*, 146(1), 71–82. <https://doi.org/10.1007/s10533-019-00611-3>
- Singh, S., & Bala, M. (2020). Alteration in Physicochemical Parameters of Soil Beneath Rabbit Carcass: Consequence of Carcass Decomposition. 14(2), 131–138.
- Tumer, A. R., Karacaoglu, E., Namli, A., Keten, A., Farasat, S., Akcan, R., Sert, O., & Odabaşı, A. B. (2013). Effects of different types of soil on decomposition: An experimental study. *Legal Medicine*, 15(3), 149–156. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2012.11.003>