

## INTISARI

Lahan sawah di Desa Bugel, Sukoharjo, yang berada di sekitar kawasan industri alkohol, terpapar oleh limbah cair ("badheg") yang pemanfaatannya tidak terkontrol. Praktik ini diduga menyebabkan variabilitas spasial pada sifat kimia tanah dan memengaruhi produktivitas padi. Penelitian ini bertujuan untuk (1) menganalisis dan memetakan status serta variabilitas spasial sifat kimia tanah, (2) mengkaji hubungan antara kualitas kimia tanah dengan hasil panen, dan (3) mengidentifikasi faktor-faktor pembatas produktivitas yang diduga berasal dari pengaruh limbah. Metode yang digunakan adalah analisis geostatistik (semivariogram dan Kriging) terhadap 36 sampel tanah komposit dan pengembangan Indeks Kualitas Kimia Tanah (IKKT) melalui *Principal Component Analysis* (PCA). Hasil penelitian menunjukkan adanya dua pola variabilitas: parameter yang dikendalikan oleh faktor intrinsik tanah (pH, P, Ca, Mg, dan Fe-tersedia) menunjukkan variabilitas terstruktur, sedangkan parameter yang dipengaruhi faktor antropogenik (bahan organik, DHL, N, K, dan Na-tersedia) menunjukkan variabilitas acak akibat pembuangan limbah yang tidak seragam. Tanah di lokasi penelitian memiliki modal kesuburan yang baik (KPK dan bahan organik tinggi), namun menghadapi masalah serius berupa kemasaman (rerata pH 5,53), defisiensi N-tersedia yang parah, potensi toksisitas Fe, dan akumulasi Na. IKKT yang dikembangkan menunjukkan korelasi positif yang signifikan secara statistik ( $r = 0,397$ ;  $p < 0,05$ ) dengan hasil panen, di mana peta spasial IKKT dan hasil panen menunjukkan nilai yang lebih rendah secara konsisten di area yang dekat dengan industri. Kesimpulannya, pembuangan limbah "badheg" yang tidak terkontrol menjadi pemicu utama degradasi kimia tanah. Meskipun meningkatkan bahan organik, limbah ini menyebabkan serangkaian masalah seperti imobilisasi N, fiksasi P, toksisitas Fe, dan akumulasi Na, yang secara kolektif menjadi faktor pembatas utama hasil panen padi di kawasan tersebut.

Kata Kunci: Variabilitas spasial, geostatistik, kimia tanah, Indeks Kualitas Tanah, limbah alkohol, produktivitas padi.

## ABSTRACT

Paddy fields in Bugel Village, Sukoharjo, situated within an alcohol industry area, are exposed to uncontrolled application of its liquid waste, locally known as 'badheg'. This practice is hypothesized to induce significant spatial variability in soil chemical properties, thereby impacting rice productivity. This research aimed to (1) analyze and map the status and spatial variability of soil chemical properties, (2) assess the relationship between soil chemical quality and rice yield, and (3) identify yield-limiting factors associated with the waste. The methodology involved geostatistical analysis (semivariogram and Kriging) on 36 composite soil samples and the development of a Soil Chemical Quality Index (SCQI) using Principal Component Analysis (PCA). The results revealed two distinct variability patterns: parameters controlled by intrinsic soil factors (pH, P, Ca, Mg, and available Fe) exhibited structured variability, whereas parameters influenced by anthropogenic factors (organic matter, EC, N, K, and available Na) showed random variability due to non-uniform waste disposal. The soil possessed high fertility potential (high CEC and organic matter) but faced critical issues, including acidity (average pH 5.53), severe available N deficiency, potential Fe toxicity, and Na accumulation. The developed SCQI demonstrated a statistically significant positive correlation ( $r = 0.397$ ;  $p < 0.05$ ) with rice yield, with spatial maps of both SCQI and yield consistently showing lower values in areas adjacent to the industry. In conclusion, the uncontrolled disposal of 'badheg' waste is the primary driver of soil chemical degradation. Despite increasing organic matter, the waste triggers a cascade of problems, including N immobilization, P fixation, Fe toxicity, and Na accumulation, which collectively act as the main limiting factors for rice yield in the area.

**Keywords:** Spatial variability, geostatistics, soil chemistry, Soil Quality Index, alcohol waste, rice productivity.