

RINGKASAN

Pemanfaatan Biochar dari Limbah Serbuk Kayu Jati Termodifikasi Cold Plasma untuk Aplikasi Tanah Pertanian (Pembelajaran di Prefectural University of Hiroshima, Shobara Campus, Departement of Life and Environment), Umi Kulsum, H41210820, Tahun 2025, 58 Halaman, Teknik, Politeknik Negeri Jember, Zeni Ulma, S.ST., M.Eng.

Politeknik Negeri Jember, sebagai perguruan tinggi vokasi, mengutamakan pendidikan yang berfokus pada praktik dengan rasio 60% praktik dan 40% teori, bertujuan untuk mempersiapkan mahasiswa dengan keterampilan praktis yang siap menghadapi dunia kerja. Salah satu contoh implementasi pendidikan vokasi ini adalah program studi Teknik Energi Terbarukan yang mengintegrasikan program magang sebagai bagian dari kurikulum. Magang di industri berlangsung selama satu semester dan menjadi prasyarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan. Program ini memberi mahasiswa kesempatan untuk mengasah keterampilan langsung di lapangan, memperluas jaringan profesional, dan memahami etika kerja. Kerja sama antara Politeknik Negeri Jember dan *Prefectural University of Hiroshima* memberikan peluang bagi mahasiswa untuk terlibat dalam riset internasional, salah satunya mengenai pemanfaatan biochar dari limbah serbuk kayu jati yang dimodifikasi dengan teknologi *cold plasma* untuk meningkatkan kualitas tanah pertanian.

Proses penelitian dimulai dengan konversi serbuk kayu jati menjadi biochar melalui pirolisis, dilanjutkan dengan perlakuan *cold plasma* berdurasi 10, 20, dan 30 menit. Penelitian ini mencakup serangkaian uji karakterisasi seperti rasio C/N, pH, *Electric Conductivity* (EC), kandungan fosfor (P), *Soil Organic Carbon* (SOC), emisi gas rumah kaca (CO₂ dan CH₄), serta analisis permukaan biochar menggunakan instrumen FTIR dan SEM.

Berdasarkan keseluruhan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa perlakuan *cold plasma* mampu meningkatkan kualitas biochar dari limbah serbuk kayu jati, dengan pengaruh yang berbeda-beda tergantung pada durasi iradiasi. Setiap parameter memberikan respon yang spesifik terhadap perlakuan CP10,

CP20, dan CP30, sehingga identifikasi durasi terbaik dilakukan berdasarkan masing-masing parameter. Pada parameter rasio C/N, perlakuan CP30 menghasilkan rasio terendah yaitu 14,2, yang mengindikasikan peningkatan kandungan nitrogen relatif terhadap karbon. Sementara itu, CP20 memiliki rasio C/N sebesar 17,6, yang dinilai paling seimbang dalam menjaga kandungan karbon dan nitrogen secara proporsional, dan CP10 sebesar 18,3. Biochar tanpa perlakuan (NP) memiliki rasio tertinggi 18,5, sedangkan tanah tanpa biochar (*soil*) memiliki rasio terendah 10,3. Untuk parameter pH, tanah tanpa biochar (*soil*) memiliki nilai 4,25 dan tergolong tanah asam. Aplikasi biochar meningkatkan pH tanah, dengan nilai tertinggi tercatat pada CP20 dan NP yaitu 4,85, diikuti oleh CP10 sebesar 4,75 dan CP30 sebesar 4,65. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan biochar, terutama CP20, efektif dalam menetralkan keasaman tanah. Pada parameter *Electric Conductivity* (EC), nilai tertinggi ditemukan pada tanah tanpa biochar (*soil*) sebesar 0,425 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Di antara perlakuan biochar, NP mencatat nilai 0,403 $\mu\text{S}/\text{cm}$, CP10 sebesar 0,390 $\mu\text{S}/\text{cm}$, CP20 sebesar 0,385 $\mu\text{S}/\text{cm}$, dan nilai terendah pada CP30, yaitu 0,340 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Meskipun tanah memiliki EC tertinggi, CP10 dinilai paling optimal di antara perlakuan biochar karena mampu mempertahankan nilai EC yang cukup tinggi sambil memberikan manfaat tambahan lainnya. Untuk parameter kandungan fosfor (P), nilai tertinggi ditemukan pada NP yaitu sekitar 2,0 mg/L, diikuti oleh CP10 dan CP20 masing-masing sebesar 1,75 mg/L, dan CP30 sebesar 1,4 mg/L, sedangkan *soil* mencatat nilai 1,3 mg/L. Penurunan nilai pada CP30 menunjukkan berkurangnya kapasitas biochar dalam mempertahankan atau melepaskan fosfor akibat iradiasi *cold plasma* berlebih.

Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan bahwa CP20 memiliki spektrum serapan paling kuat pada rentang 3200–3800 cm^{-1} , menandakan keberadaan gugus –OH dalam jumlah tinggi. Gugus ini penting untuk meningkatkan polaritas permukaan dan kemampuan adsorpsi biochar. Selain itu, modifikasi struktur kimia juga terlihat pada puncak sekitar 2220 cm^{-1} (gugus nitril atau alkyne), serta pada wilayah 1570–1110 cm^{-1} untuk gugus aromatik dan eter. Hasil analisis SEM menunjukkan bahwa CP20 menghasilkan struktur permukaan biochar yang paling berpori dan tidak beraturan, menandakan peningkatan luas permukaan aktif dan

kapasitas adsorpsi. CP10 juga menunjukkan pembentukan pori yang baik, sementara CP30 mulai menunjukkan kerusakan struktur akibat *over-treatment*. Pada analisis emisi gas rumah kaca, CP10 dan CP20 menunjukkan pola pelepasan CO₂ yang lebih rendah dibandingkan NP, sementara CP30 menghasilkan emisi CO₂ tertinggi pada hari ke-21 yaitu $\pm 2,8 \times 10^{-5}$ mol. Untuk emisi CH₄, CP30 dan CP20 menunjukkan nilai paling rendah ($\pm 1,4$ – $1,5$ ppm) dibandingkan dengan CP10 ($\pm 1,8$ ppm) dan NP ($\pm 3,2$ ppm pada puncak hari ke-14), menunjukkan bahwa CP20 dan CP30 berpotensi lebih tinggi dalam mitigasi emisi metana. Pada parameter *Soil Organic Carbon* (SOC), nilai tertinggi tercatat pada CP10 yaitu 0,151%, diikuti oleh CP20 sebesar 0,148%, CP30 sebesar 0,146%, NP sebesar 0,135%, dan terendah pada tanah tanpa biochar (*soil*) yaitu 0,132%. Ini menunjukkan bahwa biochar termodifikasi dengan durasi 10–20 menit mampu meningkatkan kandungan karbon organik dalam tanah lebih baik dibanding biochar tanpa plasma.