Pengaruh Inokulasi Pseudomonas sp. dan Sphingomonas sp. terhadap Pertumbuhan serta Serapan Cu pada
Brassica juncea di Regosol
Sausan Syadzafie Shafar, Prof. Ir. Irfan Dwidya Prijambada, M.Eng., Ph.D.; Ahmad Suparmin, S.P., M.Agr.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

I. PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Tujuan Penelitian 3
1.3 Kegunaan Penelitian 3
II. TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Dinamika Tembaga (Cu) pada Regosol 4
2.2 *Brassica juncea* (Caisim) sebagai Tanaman Uji 5
2.3 Fitostabilisasi dalam Remediasi Logam Berat 5
2.4 Peran *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria* (PGPR) 6
2.5 Hipotesis 9
III. METODE PENELITIAN 10
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 10
3.2 Bahan dan Alat 10
3.2.1 Bahan 10
3.2.2 Alat 10
3.3 Rancangan Percobaan 10
3.4 Prosedur Pelaksanaan 11
3.4.1 Persiapan Media Tanam 11
3.4.2 Penyiapan Benih dan Penanaman 11
3.4.3 Standarisasi Inokulan dan Inokulasi 12
3.5 Parameter Pengamatan 12
3.6 Analisis Data 13
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 15
4.1 Respons Pertumbuhan Tanaman *Brassica juncea* 15
4.2 Efektivitas Fitostabilisasi 18
4.3 Viabilitas Inokulan Bakteri 22
4.4 Analisis Multivariat dan Sintesis Fisiologis 24
V. PENUTUP 29

Pengaruh Inokulasi Pseudomonas sp. dan Sphingomonas sp. terhadap Pertumbuhan serta Serapan Cu pada
Brassica juncea di Regosol
Sausan Syadzafie Shafar, Prof. Ir. Irfan Dwidya Prijambada, M.Eng., Ph.D.; Ahmad Suparmin, S.P., M.Agr.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.1 Kesimpulan 29
5.2 Saran 29
DAFTAR PUSTAKA 30
LAMPIRAN 35

Pengaruh Inokulasi Pseudomonas sp. dan Sphingomonas sp. terhadap Pertumbuhan serta Serapan Cu pada
Brassica juncea di Regosol
Sausan Syadzafie Shafar, Prof. Ir. Irfan Dwidya Prijambada, M.Eng., Ph.D.; Ahmad Suparmin, S.P., M.Agr.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1. Berat Kering (BK) akar dan tajuk spesies *Brassica juncea* pada media regosol di bawah perlakuan inokulasi dan konsentrasi Cu (n = 3 ulangan analisis). 15

Tabel 4. 2. Konsentrasi Cu pada jaringan akar dan tajuk spesies *Brassica juncea* (n = 3 ulangan analisis destruksi AAS). 19

Tabel 4. 3. Pengaruh Inokulasi Tunggal Agen Hayati dan Konsentrasi Tembaga (Cu) terhadap Serapan Tembaga Mutlak dan *Translocation Factor* (TF) pada Tanaman *Brassica juncea*..... 21

Tabel 4. 4. Viabilitas inokulan tunggal *Pseudomonas* sp. dan *Sphingomonas* sp. (Total Plate Count/TPC) pada area rizosfer *Brassica juncea* di media regosol di bawah kondisi cekaman Cu (n = 3 ulangan analisis cawan). 22

Pengaruh Inokulasi Pseudomonas sp. dan Sphingomonas sp. terhadap Pertumbuhan serta Serapan Cu pada
Brassica juncea di Regosol
Sausan Syadzafie Shafar, Prof. Ir. Irfan Dwidya Prijambada, M.Eng., Ph.D.; Ahmad Suparmin, S.P., M.Agr.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1. Rasio akar terhadap tajuk (RSR) spesies *Brassica juncea* pada media regosol di bawah perlakuan inokulasi dan paparan Cu (n = 3 ulangan analisis).. 17

Gambar 4. 2. Grafik batang bertumpuk (*stacked bar*) persentase distribusi akumulasi Cu pada akar dan tajuk *B. juncea.*..... 20

Gambar 4. 3. *Scatter plot* hubungan regresi antara total serapan Cu terhadap pertumbuhan total biomassa (BK Total) tanaman *Brassica juncea*. 24

Gambar 4. 4. Matriks *heatmap* memvisualisasikan koefisien korelasi global antar-variabel fisiologis..... 26

Gambar 4. 5. *Biplot Principal Component Analysis* (PCA) pada respons fisiologis dan variabel serapan tanaman *Brassica juncea*. Vektor merah mengindikasikan *loading* dari masing-masing parameter pengamatan. 27

Pengaruh Inokulasi Pseudomonas sp. dan Sphingomonas sp. terhadap Pertumbuhan serta Serapan Cu pada
Brassica juncea di Regosol
Sausan Syadzafie Shafar, Prof. Ir. Irfan Dwidya Prijambada, M.Eng., Ph.D.; Ahmad Suparmin, S.P., M.Agr.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Komposisi Medium Mikrobiologi 35
Lampiran 2. Perhitungan Kebutuhan Cu untuk Paparan pada Polybag 36
Lampiran 3. Prosedur Destruksi Asam (Digesti Basah) 37
Lampiran 4. Prosedur Sterilisasi Permukaan Benih *Brassica juncea* 38
Lampiran 5. Komposisi Larutan Hoagland dan Larutan KNO_3 38
Lampiran 6. Prosedur Analisis Cu Menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) 39
Lampiran 7. Ringkasan Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas 40
Lampiran 8. Ringkasan Hasil ANOVA Type III & Effect Size (η_p^2) 41
Lampiran 9. Ringkasan Hasil Post-Hoc (Emmeans & Grouping Huruf Tukey) 47
Lampiran 10. Data Mentah Pengukuran Biomassa Tanaman, Pembacaan Instrumen AAS, dan Kalkulasi Akumulasi serta Serapan Cu pada Setiap Unit Percobaan 49
Lampiran 11. Data Mentah Kerapatan Populasi Bakteri (Total Plate Count/TPC) Pasca-Panen pada Berbagai Medium Pertumbuhan dan Konsentrasi Cu. 51
Lampiran 12 Hasil Uji Korelasi Peringkat Spearman 53
Lampiran 13. Matriks Korelasi Global & Tabel PCA (*Principal Component Analysis*) 54
Lampiran 14. Hasil Pembacaan AAS 56
Lampiran 15. Dokumentasi 57