

EFEKTIVITAS TEKNOLOGI M-BIO PADA PENGELOLAAN LIMBAH PADAT INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT SUKAREGANG GARUT UNTUK PERTANIAN RAMAH LINGKUNGAN

¹Rudi Priyadi, ¹Rakhmat Iskandar, ¹Rina Nuryatidan ²Yoni Hermawan,

¹Fakultas Pertanian Universitas Siliwangi Tasikmalaya

²Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Siliwangi Tasikmalaya

Abtrak

Tujuan Penelitian ini untuk mengetahui dan mendapatkan efektivitas teknologi M-Bio pada pengelolaan limbah padat industri penyamakan kulit di Sukaregang Garut untuk pertanian ramah lingkungan dan mendapatkan perlakuan yang memberikan hasil terbaik untuk pengelolaan limbah padat industri penyamakan kulit Sukaregang Garut menjadi pupuk organik. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Siliwangi Tasikmalaya dengan 3 tahapan. Percobaan Tahap 1, percobaan lama kontak M-Bio pada limbah padat kulit dengan dosis 15 ml/L, adapun lama kontak/fermentasi yang dicoba yaitu 24; 48; 72; 96 dan 120 jam, serta kontrol (tanpa perlakuan M-Bio). Parameter yang diamati adalah: Cr^{+6} . Tahap 2, merupakan percobaan lanjutan dari tahap 1, untuk melihat penurunan kadar Cr^{+6} , yaitu dengan meningkatkan dosis M-Bio menjadi 20 ml/L dengan lama kontak 10, 15, dan 20 hari. Parameter yang diamati : kandungan Cr^{+6} , N, P, K, dan pH, Tahap ke-3, merupakan bentuk uji lanjutan dari percobaan tahap 2, yaitu untuk memperoleh perlakuan terbaik untuk diaplikasikan pada pembuatan pupuk organik berbahan baku limbah padat industri penyamakan kulit. Adapun perlakuan yang dilaksanakan adalah lama kontak (5; 10; 15 hari) dan dosis M-Bio 8.5; 17; 25,5 dan 34 ml/L, sehingga ada 12 kombinasi perlakuan. Parameter yang diamati adalah Cr^{+6} , Cr^{total} , pH; N; P; K; dan pH.

Hasil pengamatan menunjukkan perlakuan yang terbaik untuk menurunkan Cr^{6+} (dari 0,49 %/ kontrol), adalah perlakuan F (lama kontak 10 hari + dosis 17 ml/L M-Bio) dan J (lama kontak 15 hari + dosis 17 ml/L M-Bio) dengan hasil uji Cr^{+6} terendah (1,21 – 2,56 mg/Kg), serta memberikan kandungan Nitrogen yang cukup tinggi (2,35 - 2,45%), dan kandungan Phosphor (P) dan Kalium (K) dibawah 0,1 mg/Kg dan dibawah 0,5 mg/Kg, serta pH nya sebesar 4,55-5,05.

Simpulan hasil penelitian menunjukkan bahwa M-Bio efektif dan bisa mereduksi Cr^{+6} , sehingga limbah padat industri penyamakan kulit tersebut bisa dijadikan/digunakan sebagai pupuk organik untuk pertanian ramah lingkungan.

Kata Kunci : Cr^{6+} , M-Bio, Limbah Padat Penyamakan Kulit, Pupuk Organik, Pertanian Ramah Lingkungan.

EFFECTIVENESS OF M-BIO TECHNOLOGY ON MANAGEMENT OF SOLID WASTE OF TANNERY INDUSTRY IN SUKAREGANG GARUT FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE

Abstract

The objective of the research was to find out the effectiveness of M-Bio technology on the management of solid waste of tannery industry in Sukaregang Garut for sustainable agriculture and to obtain the treatment that gives the best results of the waste management of solid waste of tannery industry in Sukaregang Garut into organic fertilizer.

The research was conducted in the Laboratory of the Faculty of Agriculture, University of Siliwangi Tasikmalaya in 3 stages.

Stage-1 was the contact time of M-Bio in the solid waste with a dose of 15ml/L 24 hours: 48 hours: 72 hours: 96 hours and 120 hours, and the check (without treatment of M-Bio). The parameter tested was the Cr^{+6} content.

Stage-2 was the continuation of the stage-1, to observe the decreased levels of Cr^{+6} , i.e. with the increasing doses of M-Bio to 20ml/L with the contact time of 10, 15, and 20 days. The parameters observed were the content of Cr^{+6} , N, P, K, and pH.

Stage-3 was the furthest test to obtain the best treatment to produce organic fertilizer. The treatment was the contact times 5, 10, 15 days with the dose of M-Bio 8.5; 17; 25.5; and 34ml/L; so there were 12 treatment combinations. The parameters tested were Cr^{+6} , total Cr, N, P, K, and pH.

The results showed that the best treatment combinations to reduce Cr^{6+} were the treatment combination F (contact time 10 days + dose of 17ml/L M-Bio) and J (contact time 15 days + dose of 17ml/L M-Bio) which gives the lowest Cr^{6+} (from 1.21 to 2.56 mg/kg), and gave a quite high content of nitrogen (N) (2.35 to 2.45%), and the content of Phosphorous (P) and Potassium (K) below 0.1mg/kg and below 0.5mg/kg, and the pH was 4.55–5.05.

It was concluded that the M-Bio was effective and could reduce the harmful Cr^{+6} , so the solid waste of tanning industry in Sukaregang could be used as organic fertilizer for sustainable agriculture.

Keywords : Cr^{6+} , M-Bio, solid waste of tanning industry, organic fertilizer, sustainable agriculture.

1. Pendahuluan

1.1 Latar belakang

Pada bulan September s.d, bulan Desember 2010 telah diselenggarakan program Ipteks bagi Masyarakat (IbM) di Sukaregang Garut. Berdasarkan penyelenggaraan program IbM tersebut, terungkap bahwa masyarakat di Sukaregang Garut selain menghadapi persoalan limbah cair, mereka juga menghadapi masalah dalam pengelolaan limbah padat dari industri yang sama. Kondisi ini tentu saja membuat resah para pelaku usaha industri penyamakan kulit pada khususnya dan masyarakat sekitar pada umumnya, karena usaha ini telah memberikan kontribusi yang cukup besar bagi kelangsungan aktivitas perekonomian Kabupaten Garut secara keseluruhan.

Limbah padat yang dihasilkan dari industri penyamakan kulit ini apabila dilihat dari sumber bahan penyusunnya ternyata banyak mengandung lemak, protein dan bahan organik lainnya yang berasal dari kulit dan daging juga mengandung padatan (kotoran dari lokasi kerja, bulu dan lain-lain) yang sangat berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik.

Namun demikian di dunia pertanian, pemakaian limbah padat industri penyamakan kulit sebagai pupuk perlu penanganan dan cara penyimpanan yang menuntut perhatian serta sikap ekstra kehati-hatian sehubungan dengan terdapatnya berbagai jenis bahan kimia berbahaya/beracun bagi kesehatan lingkungan idup (LH) yang terkandung di dalamnya, yang digunakan pada saat proses penyamakan kulit. Bahan kimia yang cukup berbahaya dan beracun tersebut diantaranya adalah kandungan Cr hexagonal (Cr^{+6}).

Dalam upaya untuk mengatasi kendala dan masalah pada pemakaian limbah padat industri penyamakan kulit sebagai pupuk, maka akan jauh lebih aman apabila terlebih dahulu dilakukan proses fermentasi limbah padat tersebut supaya kadar bahan kimia beracunnya dapat berkurang. Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk memfermentasi bahan organik tersebut adalah teknologi M-Bio yang dikembangkan Faperta Unsil (*Pengajuan Terdaftar Paten nomor P 20000939*). Teknologi M-Bio ini mampu memfermentasi bahan organik, dan dalam waktu \pm 1-2 minggu sudah dapat diaplikasikan pada kegiatan budidaya tanaman pertanian. Pupuk organik ini diproses oleh

mikroorganisme efektif yang terkandung dalam M-Bio sehingga dapat mempercepat proses dekomposisi bahan organik.

Efektivitas mikroorganisme yang terdapat dalam M-Bio telah terbukti efektif dalam menurunkan kadar Chrom hexagonal (Cr^{+6}) dan kadar BOD serta COD pada limbah cair industri penyamakan kulit. Namun terhadap limbah padat masih perlu diuji efektivitasnya terhadap penurunan kadar bahan kimia berbahaya yang terkandung didalamnya termasuk efektivitas bahan organik yang dihasilkan pada tanaman budidaya pertanian.

Sehubungan dengan hal tersebut maka diperlukan penelitian mengenai efektivitas mikroorganisme yang terdapat dalam M-Bio pada pengelolaan limbah padat industri penyamakan kulit Sukaregang Garut dan efektivitas bahan organik yang dihasilkan terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman budidaya pertanian.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka dapat dirumuskan sebagai berikut.

1. Apakah mikroorganisme yang terdapat dalam M-Bio efektif untuk digunakan pada pengelolaan limbah padat industri penyamakan kulit Sukaregang Garut ?
2. Perlakuan manakah dari M-Bio yang memberikan hasil terbaik untuk pengelolaan limbah padat industri penyamakan kulit Sukaregang Garut menjadi pupuk organik ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan kegiatan penelitian ini yaitu:

- 1) Mengetahui efektivitas mikroorganisme yang terdapat dalam M-Bio pada pengelolaan limbah padat industri penyamakan kulit Sukaregang Garut;
- 2) Mendapatkan perlakuan M-Bio yang memberikan hasil terbaik untuk pengelolaan limbah padat industri penyamakan kulit Sukaregang Garut menjadi pupuk organik.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini sangat aplikatif untuk menyelesaikan potensi pencemaran dan sangat bermanfaat untuk peningkatan produksi pangan, karena secara berkesinambungan teknologi ini dapat dilanjutkan aplikasinya pada usaha budidaya

berbagai jenis tanaman khususnya tanaman pangan yang banyak diusahakan di Kabupaten Garut.

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Siliwangi pada sebanyak 3 tahap untuk mencari perlakuan Teknologi M-Bio yang memberikan hasil terbaik bagi pengelolaan limbah padat industri penyamakan kulit sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik, dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK).

Bahan-bahan yang digunakan adalah sampel limbah padat industri penyamakan kulit yang berasal dari industri penyamakan kulit Sukaregang Garut, aqua DM (aqua de mineralisasi), dan M-Bio. Sedangkan peralatan yang digunakan untuk percobaan ini adalah tabung reaksi, gelas kimia, bak plastik, sprayer, plastik bening, thermometer, dll.

Prosedur Percobaan

- 1) Tahap pertama sebagai uji pendahuluan :** Percobaan lama kontak terhadap limbah padat industri penyamakan kulit.

Rincian kegiatan adalah sebagai berikut :

- Pengambilan sampel limbah padat dari industri penyamakan kulit Sukaregang Garut secara representatif.
- Sampel limbah padat di bawa ke laboratorium selanjutnya ditempatkan pada bak-bak plastik berukuran 50 cm x 20 cm x 10 cm.
- Kemudian diberikan perlakuan lama kontak sebanyak 5 taraf perlakuan dengan diberi dosis M-Bio sebanyak 15ml/L, serta 1 kontrol (tanpa diberi M-Bio). Perlakuan lama kontak yang dicoba adalah : 24 jam (1 hari) , 48 jam (2 hari), 72 jam (3 hari), 96 jam (4 hari) dan 120 jam (5 hari) serta 1 kontrol. Percobaan tidak diulang sehingga terdapat 6 bak percobaan.
- Penyemprotan M-Bio dengan dosis sesuai perlakuan 15 ml/L pada masing-masing bak percobaan (kecuali kontrol) dibiarkan sesuai dengan lama kontak yang dicoba. Selama pemberian perlakuan, lakukan juga pembalikan apabila temperatur dari sampel limbah padat tersebut terasa panas/ meningkat hingga temperatur sampel dingin kembali (dijaga temperatur dibawah 40 °C) supaya proses fermentasi berjalan sempurna.

- Pengamatan temperatur dilakukan setiap 4 jam sekali, dan dilakukan hingga sesuai dengan perlakuan lama kontak untuk setiap sampel limbah yang diamati yaitu pada 24, 48, 72, 96 dan 120 jam.
 - Sampel limbah padat kemudian dimasukkan ke dalam kantong untuk analisis kandungan bahan kimianya/ Cr^{6+}).
 - Hasil analisis hanya dilihat penurunan kadar bahan berbahayanya (Cr^{6+}) dibanding kontrol, sehingga belum dilakukan analisis statistika. Percobaan dilanjutkan ke tahap kedua.
- 2) Tahap Kedua :** Percobaan tahap kedua merupakan percobaan lanjutan dari tahap 1/ pendahuluan dengan tujuan melihat penurunan kadar bahan berbahaya pada limbah padat industri penyamakan kulit sesuai dengan ketentuan dari Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri. Yaitu dengan cara perlakuan lama kontak dan dosis M-Bio yang diberikan terhadap limbah padat lebih ditingkatkan dari percobaan tahap 1.
- Hasil uji percobaan tahap 1, kandungan bahan yang berbahaya dan beracun masih relatif tinggi, sehingga diadakan uji lama kontak yang lebih lama dan dosisnya ditingkatkan. Selain analisis kandungan Cr^{6+} , pada percobaan tahap 2 juga dilakukan analisis terhadap kandungan N, P, K dan pH nya.
- Rincian kegiatan pada percobaan Tahap 2:
- Pengambilan sampel limbah padat dari industri penyamakan kulit Sukaregang Garut secara representatif.
 - Sampel limbah padat di bawa ke laboratorium selanjutnya ditempatkan pada bak-bak plastik berukuran 50 cm x 20 cm x 10 cm. (bobot 500 g)
 - Kemudian diberikan perlakuan lama kontak sebanyak 3 taraf perlakuan dengan diberi dosis M-Bio sebanyak 20 ml/L. Perlakuan lama kontak yang dicoba adalah : 10 hari, 15 hari dan 20 hari.
 - Penyemprotan M-Bio dengan dosis sesuai perlakuan 20 ml/L pada masing-masing bak percobaan dibiarkan sesuai dengan lama kontak yang dicoba. Selama pemberian perlakuan, lakukan pembalikan apabila temperatur dari sampel limbah padat tersebut terasa panas/meningkat hingga temperatur sampel dingin kembali (dijaga temperatur dibawah 40 °C) supaya proses fermentasi berjalan sempurna.
 - Pengamatan temperatur dilakukan 4 jam sekali, dilakukan hingga sesuai dengan perlakuan lama kontak untuk setiap sampel limbah yang diamati yaitu pada 10 hari, 15 hari dan 20 hari.
 - Sampel limbah padat kemudiandimasukkan ke dalam kantong untuk analisis kandungan bahan kimianya (Cr^{6+} , N, P, K dan pH).
 - Hasil analisis juga hanya dilihat penurunan kadar bahan berbahayanya (Cr^{6+}) dibanding kontrol, sehingga belum dilakukan untuk analisis statistika. Pada percobaan ini diharapkan sudah terlihat adanya penurunan kandungan Cr^{6+} secara signifikan. Percobaan dilanjutkan ke tahap 3.
- 3) Tahap Ketiga:** Percobaan di tahap ketiga merupakan bentuk uji lanjutan dari percobaan tahap kedua untuk memperoleh perlakuan terbaik dari teknologi yang digunakan untuk diaplikasikan pada pembuatan pupuk organik yang dapat diterapkan pada tanaman budidaya. Rincian kegiatan pada percobaan Tahap 3:
- Pengambilan sampel limbah padat dari industri penyamakan kulit Sukaregang Garut secara representatif.
 - Sampel limbah padat di bawa ke laboratorium selanjutnya ditempatkan pada bak-bak plastik berukuran 50 cm x 20 cm x 10 cm. (bobot 500 g)
 - Kemudian diberikan perlakuan lama kontak sebanyak 3 taraf perlakuan dan perlakuan dosis M-Bio dengan 4 taraf perlakuan. Perlakuan lama kontak yang dicoba adalah : 5 hari, 10 hari dan 15 hari, dan perlakuan dosis M-Bio yang dicoba adalah 8.5 ml/L, 17 ml/L, 25.5 ml/L, dan 34 ml/L. Ada 12 kombinasi perlakuan yang akan diteliti dengan 3 ulangan, sehingga terdapat 36 bak percobaan.
 - Selanjutnya dilakukan penyemprotan M-

Bio dengan dosis sesuai perlakuan (8.5, 17, 25.5 dan 34 ml/L) pada masing-masing bak percobaan dan biarkan sesuai dengan lama kontak yang dicoba. Selama pemberian kombinasi perlakuan, lakukan juga pembalikan apabila temperatur dari sampel limbah padat tersebut terasa panas/meningkat hingga temperatur sampel dingin kembali (di jaga temperatur dibawah 40 °C) supaya proses fermentasi berjalan sempurna.

- Pengamatan temperatur dilakukan setiap 4 jam sekali, dan dilakukan hingga sesuai dengan perlakuan lama kontak untuk setiap sampel limbah yang diamati yaitu pada 5, 10 dan 15 hari.
- Sampel limbah padat kemudian dimasukkan ke dalam kantong untuk dianalisis kandungan bahan kimianya (Cr⁶⁺, N, P, K dan pH)

Pengamatan Percobaan

Pengamatan hasil percobaan dilakukan analisis limbah padat industri penyamakan kulit untuk mengetahui kandungan unsur-unsur bahan kimia berbahaya (Cr⁶⁺), termasuk mengetahui besarnya penurunannya. Sekaligus untuk diketahui kandungan bahan kimia lainnya terutama yang berperan penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman budidaya (N, P, K dan pH).

Analisis kimia terhadap limbah padat hasil perlakuan dilaksanakan di Laboratorium pengujian Laboratorium AKA (Akademi Kimia Analisis) Bogor.

Metoda Percobaan

Metode percobaan yang digunakan adalah metode eksperimental dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 12kombinasi. Metode percobaan ini dilaksanakan untuk percobaan tahap 3. Perlakuan yang dicoba adalah sebagai berikut:

- A = lama kontak 5 hari dan M-Bio 8.5 ml/L
- B = lama kontak 5 hari dan M-Bio 17 ml/L
- C = lama kontak 5 hari dan M-Bio 25.5 ml/L
- D = lama kontak 5 hari dan M-Bio 34 ml/L
- E = lama kontak 10 hari dan M-Bio 8.5 ml/L
- F = lama kontak 10 hari dan M-Bio 17 ml/L
- G = lama kontak 10 hari dan M-Bio 25.5 ml/L
- H = lama kontak 10 hari dan M-Bio 34 ml/L
- I = lama kontak 15 hari dan M-Bio 8.5 ml/L
- J = lama kontak 15 hari dan M-Bio 17 ml/L
- K = lama kontak 15 hari dan M-Bio 25.5 ml/L
- L = lama kontak 15 hari dan M-Bio 34 ml/L

Model linier Rancangan Acak Kelompok (RAK) adalah sebagai berikut :

$$X_{ij} = \mu + t_i + r_j + \sum ij$$

Keterangan :

X_{ij} = nilai penamatan dari ulangan ke-i perlakuan ke-j

μ = nilai rata-rata umum

t_i = pengaruh perlakuan ke-i

r_j = pengaruh ulangan ke-j

∑ ij = galat

Berdasarkan model linier di atas maka dapat disusun daftar analisis ragam sebagai berikut (Tabel 1) :

Kaidah pengambilan keputusan berdasarkan pada nilai F_{hitung}. Apabila hasil Uji F menunjukkan perbedaan yang nyata di antara perlakuan maka dilakukan pengujian lanjutan dengan menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5 persen. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$LSR = SSR \times S_x$$

$$S_x = \frac{\sqrt{KT \text{ Galat}}}{r}$$

Keterangan :

LSR = Least Significant Ranges

SSR = Student Significant Ranges

S_x = Galat Baku rata-rata

KT = Kuadrat Tengah

r = replication (ulangan)

Tabel 1. Daftar Sidik Ragam

Sumber Ragam	Db	JK	KT	F hit	F.05	F.01
Ulangan	2	∑ X _{ij} ² /r-X ² /rt	JK1/db1	JK1/db3	3,44	5,72
Perlakuan	11	∑ X _i ² /t-X ² /rt	JK2/db2	JK2/db3	2,23	3.12
Galat	22	JK4-JK2-JK1	JK3/db3			
Total	35	∑ X _{ij} - X ² /rt				

Sumber : Toto Warsa dan Cucu A.S. (1992)

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis limbah padat industri penyamakan kulit untuk mengetahui kandungan unsur-unsur bahan kimia berbahaya yang masih terdapat didalamnya termasuk mengetahui besarnya penurunan kandungan bahan kimia berbahaya dari limbah padat yang diteliti. Sekaligus untuk diketahui kandungan bahan kimia lainnya terutama yang berperan penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman budidaya.

Analisis kimia terhadap limbah padat hasil perlakuan dilaksanakan di Laboratorium uji Akademi Kimia Analisis (AKA) Bogor meliputi kandungan Cr total, Cr⁺⁶, pH, N, P dan K.

Hasil Pengamatan Percobaan tahap 1.

Tabel 2. Hasil Analisis Kandungan Krom Heksavalen (Cr⁶⁺) pada berbagai lama kontak (24,48,72,96 dan 120 jam)

Lama Kontak (Jam)	Parameter	
	Krom Heksavalen(Cr ⁶⁺)	Satuan
Kontrol	0,49	%
24	0,42	%
48	0,22	%
72	339,90	ppm
96	139,21	ppm
120	5,82	ppm

Hasil analisis kandungan Cr⁶⁺ pada percobaan tahap 1 (tabel 2) terlihat adanya penurunan kandungan Cr⁶⁺ akibat lamanya waktu kontak/fermentasi. Sehingga dapat dikatakan bahwa M-Bio mampu menurunkan kandungan Cr⁶⁺ pada limbah kulit. Namun dengan lama kontak sampai 5 hari dengan dosis 15ml/L, kandungan Cr⁶⁺ masih tinggi. Sehingga untuk menurunkan Cr⁶⁺ diperlukan waktu kontak lebih lama dengan dosis ditingkatkan. Oleh karena itu percobaan dilanjutkan dengan percobaan tahap 2.

Hasil Pengamatan Percobaan tahap 2.

Berdasarkan Tabel 3 tersebut secara umum terlihat bahwa dengan lama kontak 10 hari dengan M-Bio dosis 20ml/L sudah menunjukkan bahwa kandungan Cr⁶⁺ menurun tajam, sudah di bawah 0.01mg/kg. Dengan adanya hasil tersebut, M-Bio efektif untuk menurunkan kandungan Cr⁶⁺ pada limbah kulit. Namun demikian untuk dosis yang lebih akurat diperlukan percobaan dengan dirancang sedemikian rupa dan hasilnya dianalisis secara statistika yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, maka dilakukan percobaan tahap 3.

Hasil Pengamatan Percobaan Tahap 3

Hasil Analisis kimia terhadap limbah padat hasil perlakuan yang dilaksanakan di Laboratorium Uji Akademi Kimia Analisis (AKA) Bogor meliputi kandungan Cr^{total}, Cr⁺⁶, pH, N, P dan K yang dilanjutkan dengan uji statistika terlihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Analisis Kandungan Cr⁶⁺, pH, N, P dan K pada berbagai lama kontak (10,15 dan 20 hari)

Lama Kontak (Hari)	Krom Heksavalen (Cr ⁶⁺)		pH % b/b		Nitrogen (N)		Fospor (P)		Kalium (K)	
	B	K	B	K	B	K	B	K	B	K
	(mg/kg)		(mg/kg)		(mg/kg)		(mg/kg)		(mg/kg)	
10	<0,01	<0,01	4,18	4,18	3,17	5,62	<0,01	<0,01	146,83	259,89
15	<0,01	<0,01	4,12	4,12	2,53	4,57	<0,01	<0,01	98,78	178,79
20	<0,01	<0,01	4,18	4,18	3,27	5,72	<0,01	<0,01	147,41	257,97

Keterangan : B : Basah; K : Kering

Tabel 4. Hasil uji statistika limbah penyamakan kulit untuk kandungan Cr, N, P, K dan pH

Kode Perlakuan	Hali uji Laboratorium				
	Cr ⁺⁶ (mg/Kg)	N (%)	P (mg/Kg)	K (mg/Kg)	pH
A=5+0.5 (8.5 ml)	10.99 q	1.53	0.1	38.08	4.88
B=5+1 (17 ml)	12.11 q	2.85	0.1	26.17	5.07
C=5+ 1.5 (25.5 ml)	9.57 q	1.57	0.1	26.26	4.80
D=5+2 (34 ml)	17.72 r	2.73t	0.1	27.02	4.64
E=10+0.5 (8.5 ml)	18.54 r	1.90	0.1	0.50	4.51
F=10+1 (17 ml)	2.56 p	2.35	0.1	0.50	5.04
G=10+ 1.5 (25.5 ml)	24.30 s	1.98	0.1	0.50	5.16
H=10+2 (34 ml)	18.57 r	2.37	0.1	0.50	4.71
I=15+0.5 (8.5 ml)	37.73 t	1.92	0.1	0.50	4.83
J=15+1 (17 ml)	1.21 p	2.45	0.1	0.50	4.54
K=15+ 1.5 (25.5 ml)	17.33 r	1.35	0.1	20.64	4.92
L=15+2 (34 ml)	18.03 r	2.03	0.1	10.11	4.91

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf kecil yang pada kolom vertikal tidak berbeda nyata pada uji Jarak Berganda dari Duncant taraf kesalahan 0.5%

Lama Kontak : 5, 10 dan 15 Hari

Dosis M-Bio : 8.5; 17, 25.5 dan 34 ml/L

Bahasan analisis statistika hanya dilakukan untuk kandungan Cr⁶⁺.

Khrom hexavalen (Cr⁺⁶)

Dari Tabel 4, terlihat dihalaman berikut bahwa perlakuan F (10 + 17 ml) dan J (15 + 17 ml), masing-masing menghasilkan kandungan unsur Cr⁺⁶ adalah 2,56 mg/Kg dan 1,21 mg/Kg. Perlakuan F (10 + 17 ml) dan perlakuan J (15 + 17 ml) tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan, dibandingkan dengan perlakuan lainnya dengan hasil uji berkisar antara 9,57 mg/Kg - 37 mg/Kg. Hal ini membuktikan bahwa mikroba yang terkandung dalam M-Bio adalah efektif karena mampu mereduksi kandungan Cr⁺⁶. Dengan dosis M-Bio 17 ml dengan lama kontak 10 hari atau 15 hari kandungan Cr⁺⁶ berkisar 1,21 mg/Kg - 2,56 mg/Kg. Hasil ini mendekati ambang batas untuk limbah cair yang diperbolehkan yaitu 0,6 mg/L (Bapedal Jabardalam Perda No:10-2004).

Menurunnya Cr⁶⁺ hasil perlakuan M-Bio hingga mendekati ambang batas untuk limbah cair, dikarenakan adanya reduksi oleh mikroorganisme/ bakteri yang terdapat pada M-Bio yang antara lain adalah Bakteri Pelarut Phospat jenis *Bacillus*. Bakteri jenis *Bacillus* memiliki resistensi/pertahanan dan kemampuan reduksi terhadap Cr⁶⁺. Hal ini sesuai pendapat Gadd (1990) dalam Nina Hermayani Sadi (2009) yang menyatakan bahwa mekanisme pertahanan tersebut dapat melalui :

1. Presipitasi atau pembentukan kompleks ekstraseluler.
2. Menurunkan permeabilitas logam atau transport logam melewati membran sel.
3. Kompartementalisasi intraseluler, antara lain melalui penumpukan dalam vakuola.
4. Detoksifikasi melalui sejumlah reaksi kimia dalam sel.

Sedangkan hasil penelitian Suhanda (2012) menyebutkan bahwa mekanisme penting resistensi bakteri terhadap Chromium ada dua cara yaitu :

1. Dengan mereduksi Cr⁶⁺ menjadi Cr³⁺
2. Dengan mengurangi penyerapan Kromat yang ditentukan oleh plasmid dalam sel yang resisten.

Sedangkan secara umum dalam merespon kondisi lingkungan yang mengandung toksik dari ion-ion logam berat, bakteri melakukan mekanisme pertahanan diri/detoksifikasi agar tetap hidup. Mekanisme detoksifikasi bakteri tersebut ada tiga yaitu:

- a. Pencegahan masuknya ion logam
 - b. Mengeluarkan kembali ion logam
 - c. Mengikat ion logam yang masuk ke dalam sel
- Selanjutnya, beberapa penelitian menyebutkan bahwa ada reduksi Cr⁶⁺ pada beberapa bakteri secara

enzimatis baik secara ekstraseluler maupun intraseluler. Sesuai dengan hasil penelitian Suhanda yang menyebutkan bahwa bakteri yang mampu hidup pada lingkungan yang mengandung Krom menghasilkan enzim Kromat Reduktase. Bakteri penghasil Kromat Reduktase tersebut mempunyai potensi untuk mendetoksifikasi Cr^{6+} . Hal tersebut diperkuat oleh hasil penelitian yang dilakukan Shen Wang (1993) dan LI, *et.al* (2008) dalam Nina Hermayani Sadi (2009) mendapatkan bahwa reduksi enzimatik ekstraseluler mendominasi reduksi Cr^{6+} menjadi Cr^{3+} . Akumulasi kromium dipermukaan sel menyebabkan permukaan sel menjadi kasar.

Sedangkan penelitian Suzuki, *et.al* (1992) dalam Nina Hermayani Sadi (2009), menunjukkan bahwa reduksi enzimatik Cr^{6+} menjadi Cr^{3+} secara intraseluler dengan menggunakan enzim reduktase terlarut, terdapat di dalam sitoplasma untuk mereduksi kromat baik secara aerobik maupun anaerobik. Laju reduksi tertinggi terjadi di dalam kondisi anaerobik. Beberapa enzim yang diketahui memiliki aktivitas pereduksi Cr^{6+} tersebut adalah glutathion reduktase, aldehid oksidase, dan sitokrom P-450.

Lebih lanjut Suzuki, *et.al* (1992) dalam Nina Hermayani Sadi (2009) mendapatkan bahwa ekstrak sel *P. ambigua* G-1 membutuhkan 3 mol NADH sebagai donor elektron untuk mereduksi secara enzimatik 1 mol Cr^{6+} menjadi Cr^{3+} . Dalam reaksi ini, Cr^{5+} terbentuk sebagai senyawa antara, sehingga Suzuki dan kawan-kawan menyimpulkan bahwa reduksi Cr^{6+} adalah reaksi dua tahap. Pertama, Cr^{6+} menerima satu elektron dari satu molekul NADH dan menghasilkan senyawa antara Cr^{5+} . Tahap kedua, senyawa antara Cr^{5+} menerima dua elektron dari dua molekul NADH sehingga terbentuk Cr^{3+} . Tahap pertama terjadi lebih cepat dari tahap kedua. Pada tahap kedua ini, NADH berubah menjadi NAD^+ .

Dari uraian tersebut di atas terlihat bahwa kandungan bahan berbahaya dari limbah kulit yaitu Cr^{6+} ternyata dapat diturunkan/direduksi menjadi Cr^{3+} dengan menggunakan M-Bio, sehingga limbah kulit tersebut dapat digunakan sebagai bahan organik/pupuk organik.

Nitrogen, Fosfor, Kalium dan pH

Besarnya kandungan nutrisi/unsur hara N, P dan K serta pH merupakan komponen-komponen dari sifat kimia tanah yang dapat menunjukkan tingkat kesuburan tanah.

Nitrogen menurut Devita Aprilia (2012), merupakan komponen penting pada protein dan asam nukleat yang biasanya diserap dari tanah ataupun pupuk organik dalam bentuk sangat teroksidasi dan harus direduksi oleh proses yang bergantung pada energi sebelum bergantung menjadi protein dan senyawa lain dalam sel. Tanaman memerlukan Nitrogen dalam proses pembentukan DNA, RNA maupun protein sebagai pembangun jaringan tubuh tumbuhan.

Fosfor (P) peranannya untuk tanaman adalah (1) membantu pembelahan sel, pembentukan albumin, pembentukan nukleoprotein, metabolisme karbohidrat dan menyimpan energi, (2) membantu pembentukan bunga, buah dan biji, (3) mempercepat proses pematangan, memperkuat batang agar tidak mudah roboh, (4) mengatur perkembangan akar, dan (5) meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit (Arafah, 2004).

Kalium (K) berfungsi untuk mempengaruhi kualitas (rasa, warna dan bobot) buah serta bunga, menambah daya tahan tanaman terhadap kekeringan, hama/penyakit, mempercepat pertumbuhan jaringan meristem, membantu pembentukan protein dan karbohidrat (katalisator). Selain itu kalium juga berfungsi dalam dalam proses fotosintesis, pengangkutan hasil asimilasi, enzim dan mineral termasuk air. Serta untuk menungkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan penyakit. (Adly Firma, 2012)

PH (derajat keasaman) juga dapat mempengaruhi terhadap pertumbuhan tanaman dalam hubungannya dengan tingkat ketersediaan unsur hara yang dapat diserap langsung oleh akar tanaman. Pada tanah-tanah yang masam unsur N dan P termasuk K umumnya kurang tersedia sedangkan pada tanah-tanah yang bersifat netral unsur-unsur tadi dapat tersedia dan dapat di serap langsung oleh akar tanaman. Secara umum tanaman memerlukan pH berkisar dari 5,5-7,5.

Pupuk organik berbahan baku limbah padat industri penyamakan kulit di dalam tanah akan berfungsi untuk memperbaiki sifat kimia, fisika dan biologi tanah, sehingga produktifitas tanah tersebut dapat meningkat.

4. Simpulan

Berdasarkan uraian di atas maka dapat disimpulkan :

- 1) Mikroorganisme yang terdapat dalam M-Bio efektif untuk digunakan pada pengelolaan limbah padat industri penyamakan kulit Sukaregang Garut.
 - 2) Perlakuan M-Bio dengan lama kontak 15 hari yang dikombinasikan dengan dosis 17 ml/L memberikan pengaruh terbaik untuk menurunkan Cr^{+6} pada limbah padat industri penyamakan kulit, sehingga dapat dijadikan sebagai bahan baku untuk pupuk organik, yang mengandung Nitrogen, Fosfor, Kalium dan pH yang sangat bermanfaat bagi pertumbuhan dan hasil tanaman.
- Daftar Pustaka**
- Adly Firma. 2012. Fungsi Unsur Hara bagi Tanaman dan dampak kekurangan unsur hara bagi tanaman. <http://adlyfirma.blogspot.com/2012/04/fungsi-unsur-hara-bagi-tanaman-dan.html>. [diakses 16-11-2013]
- Badan Pengelolaan Dampak Lingkungan (Bapedal) Jawa Barat : Peraturan daerah No:10-2004.
- Devita Aprilia. 2012. *Metabolisme Nitrogen*. Malang : Blog Mahasiswa Brawijaya. <http://blog.ub.ac.id/coretanku/2012/05/09/metabolisme-nitrogen/> [diakses 23 Nopember 2013]
- Dian Ayuning R, 2011. Pengaruh Fosfor (P) terhadap Proses Fisiologi Tanaman. Fakultas Pertanian UPN “ Veteran” Jawa Timur (<http://nurunyuyun.blogspot.com/2012/10/mekanisme-metabolisme-phosphor.html>, 16-11-2013
- Hanifah Elmi, Limastuti Retnaningsih, Artianto Yudi, Fathoni Ahmad. 2006. *Biosorpsi Logam Berat Kadmium oleh Ragi Yarrowia Lipolytica*. Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta. [http://www.pkm.dikti.net/pkm_award_2006, download 05-06-2007]
- HU. Pikiran Rakyat edisi Hari Senin Tanggal 30 Maret 2009.
- HU. Pikiran Rakyat edisi Hari Jumat Tanggal 15 Februari 2008.
- Joko, Tri. 2002. *Manajemen Penyehatan Lingkungan*. Modul Manajemen-manajemen Penyehatan Lingkungan. Badan Pendidikan dan Pelatihan Semarang.
- Larashati, S. 2004. *Reduksi Krom (VI) Secara In Vitro oleh Kultur Campuran Bakteri yang Diisolasi Dari Lindit Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah*. [<http://www.jbptitbbi.bi.itb.ac.id/go.download07-08-2007>]
- Nianti Patri (2012) *Adsorpsi Ion Cr(III) dan Cr(VI) Menggunakan Bentonit Alam Termodifikasi Oksida Besi*. Skripsi. Departmen Kimia - FMIPA-IPB. Bogor. [<http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/58978/G12npu.pdf> download 15-8-2013]
- Nina Hermayani Sadi. 2009. *Identifikasi Isolat Bakteri Tahan Krom(VI) dan Pengujian Aktivitas Enzim Krom (VI) Reduktase*. Sekolah Pascasarjana IPB: Bogor.
- Peraturan Menteri Pertanian No. 40/Permentan/OT.140/4/2007. tentang Rekomendasi Pemupukan N, P, dan K pada Padi Sawah Spesifikasi lokasi. Jakarta. <http://perundangan.deptan.go.id/admin/file/Permentan-40-07.pdf>. 19-11-2013
- Rudi Priyadi. 2004. *Pemanfaatan dan Aplikasi Teknologi M-Bio (Patent P 20000939/S20000204) Dalam Budidaya Pertanian Akrab Lingkungan*. Program Pascasarjana Universitas Siliwangi: Tasikmalaya.
- Suhanda. 2012. *Uji Aktivitas Bakteri Resisten Terhadap Chromium (VI)*. Dalam Situs [<http://industri12suhanda.blogspot.com/2012/12/uji-aktivitas-bakteri-resisten-terhadap.html> diakses 14 Nopember 2013]
- Arafah. 2004. *Efektivitas pemupukan P dan K Pada Lahan Bekas Pemberian Jerami selama 3 Musim Tanam terhadap pertumbuhan dan hasil padi sawah*. J. Sains dan Teknologi, Vol.4 No. 2165-71 ISSN 1411-4674. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Sulawesi Selatan
- Toto Warsa dan Cucu S. Ahyar. 1982. *Teknik Perencanaan Percobaan*. Universitas Padjajaran: Bandung.