



**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA V**  
"Kontribusi Kimia dan Pendidikan Kimia dalam  
Pembangunan Bangsa yang Berkarakter"  
Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS  
Surakarta, 6 April 2013



**MAKALAH  
PENDAMPING**

**KIMIA ANALITIK  
(Kode : D-01)**

**ISBN : 979363167-8**

## **PENGARUH PADAT POPULASI GULMA MATA IKAN (*Lemna perpusilla* L.) DALAM PROSES PENYERAPAN TOTAL Cr DAN Cd<sup>2+</sup> LIMBAH INDUSTRI TEKSTIL**

**A. Ign. Kristijanto<sup>1,\*</sup> dan Sri Hartini<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana,  
Salatiga.

\* Keperluan korespondensi, tel/fax : (0298) 322428/ 321433, email:  
[gus\\_ign111@yahoo.co.id](mailto:gus_ign111@yahoo.co.id)

### **ABSTRAK**

Tujuan penelitian ini adalah: Pertama, menentukan kesanggupan penyerapan Cr total dan Cd dari air limbah tekstil oleh berbagai padat populasi gulma mata ikan. Kedua, menentukan padat populasi gulma mata ikan yang optimum dalam penyerapan Cr total dan Cd dari air limbah tekstil. Penelitian dilakukan dalam 6 hari dan pengamatan dilakukan setiap 2 hari. Data dianalisis dengan rancangan dasar Rancangan Acak Kelompok (RAK), 6 perlakuan dengan 4 ulangan. Sebagai perlakuan adalah berbagai padat populasi gulma mata ikan (*L. perpusilla*) yaitu: 0% (control), 12,5%; 25%; 37,5%; 50%; dan 62,5%. Untuk menguji perbedaan antara rata-rata perlakuan digunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan tingkat kebermaknaan 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa padat populasi gulma mata ikan (*L. perpusilla*) 37,5% merupakan padat populasi tersanggup dalam penyerapan Cr total lebih dari 50% (57,14% - 58,82%). Sebaliknya tidak terjadi penyerapan Cd dalam waktu 6 hari dalam setiap persentase padat populasi gulma mata ikan.

**Kata Kunci:** Padat populasi, gulma, penyerapan, total Cr, Cd

### **PENDAHULUAN**

Permasalahan pencemaran lingkungan yang paling sulit untuk diatasi adalah pencemaran logam berat yang dapat melalui tanah maupun air. Salah satu sumber pencemaran air dengan logam kadmium dan kromium adalah limbah cair industri tekstil. Kadmium pada umumnya digunakan pada industri

sebagai agen pewarna atau juga sebagai stabilizer [1].

Fitoremediasi adalah suatu teknik penyerapan logam berat menggunakan tumbuhan untuk memperbaiki tanah atau air tanah yang tercemar. Mekanisme yang terjadi dalam fitoremediasi dengan tumbuhan air adalah fitoabsorpsi dan fitofiltrasi. Akar tumbuhan yang tumbuh

dii perairan yang mengandung logam berat akan menyerap kandungan logam berat kemudian mengakumulasi dalam bagian tumbuhan lainnya yaitu daun atau batang tumbuhan [2].

Fitoremediasi atau yang biasa disebut juga *green remediation* merupakan metode yang ramah lingkungan untuk mengabsorpsi kandungan logam berat karena tidak menggunakan bahan kimiawi [3].

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis-jenis tumbuhan *Lemna* mampu berperan sebagai bioakumulator, contoh: bioakumulasi *L. gibba* terhadap Cr sebesar 900 – 1.710 (mg/ kg bobot kering), bioakumulasi *L. minor* terhadap Cd sebesar 14.200 (mg/ kg bobot kering) dan Cr sebesar 13,48 (mg/ kg bobot kering), sedangkan bioakumulasi *L. trisulca* terhadap Cd sebesar 130-1.200 (mg/kg bobot kering) dan Cr sebesar 1.555,30 (mg/kg bobot kering) [4].

Dalam penelitian ini digunakan tumbuhan *L. perpusilla* L. sebagai bioakumulator  $Cd^{2+}$  dan Cr dan berdasarkan hal-hal tersebut di atas maka penelitian ini bertujuan:

1. Menentukan efektivitas daya serap berbagai padat populasi *L. perpusilla* terhadap logam total Cr dan  $Cd^{2+}$
2. Menentukan kepadatan populasi *L. perpusilla* yang optimal dalam penyerapan logam total Cr dan  $Cd^{2+}$  dari air limbah tekstil

## METODE PENELITIAN


Tumbuhan mata ikan (*L.perpusilla*) diperoleh dari persawahan di tepian jalan raya Banyubiru, Ambarawa. Tumbuhan kemudian diadaptasikan dalam ember menggunakan air sumur selama seminggu. Sedangkan, limbah industri tekstil yang belum diolah berasal dari pabrik tekstil di Salatiga.

Bahan kimiawi yang digunakan antara lain akuades,  $K_2Cr_2O_7$  (PA, E-Merck, Germany),  $Ag_2SO_4$  (PA E-Merck, Germany),  $H_2SO_4$  (PA, E-Merck, Germany),  $HgSO_4$  (PA, E-Merck, Germany), FAS (Ferrous Amonium Sulfat) (PA- E-Merck, Germany), dan indikator ferroin.

Piranti yang digunakan antara lain Spektrofotometer HACH DR/EL 2000, pHmeter HANNA Instrument 9812, Neraca Analitis (Mettler H80), dan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) Perkin Elmer AAS 3110.

### Pemberian Perlakuan

Limbah dikarakterisasi terlebih dahulu untuk mengetahui kandungan logam berat dan parameter fisiko - kimiawi. Perlakuan berupa perbedaan nisbah luas area permukaan yang tertutup oleh tumbuhan (kepadatan) dan dalam hal ini kepadatannya adalah 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% dan 62,5%. Perlakuan dilakukan selama 6 hari, dengan periode pengamatan setiap 2 hari untuk mengetahui penurunan logam Cd dan total Cr dalam media tumbuh. Pada hari pertama dan hari ke 6, dihitung

bobot basah dan bobot kering tumbuhan. Untuk perhitungan Rataan Laju Pertumbuhan Relatif ( - Mean *Relative Growth Rates*) menggunakan persamaan Hunt : [5] :

$$R = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{T_2 - T_1}$$

Keterangan:

R = Rataan *Relative Growth Rates*  
 $W_2$  = Massa akhir tumbuhan  
 $W_1$  = Massa awal tumbuhan  
 $T_2 - T_1$  = Lama waktu perlakuan  
 Analisis logam berat dalam tumbuhan *L. minor* dan air limbah dilakukan dengan Perkin Elmer AAS 3110.

Data dianalisis menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 6 perlakuan dan 4 kali ulangan. Sebagai perlakuan adalah persen penutupan permukaan oleh tumbuhan *Lemna* yaitu 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% ; dan 62,5%, sedangkan sebagai kelompok adalah waktu analisis. Pengujian purata antar perlakuan digunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan tingkat kebermaknaan 5%. [6]

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakterisasi Awal Limbah dan Tumbuhan *L. perpusilla*

Karakteristik fisiko-kimiawi awal limbah yang digunakan sebagai media tanam *L. perpusilla* disajikan pada Tabel 1. Dari Tabel 1 terlihat bahwa air limbah yang digunakan untuk media tanam mengandung beberapa logam berat selain  $Cd^{2+}$  dan total Cr. Sedangkan

kandungan logam berat dalam tumbuhan *L. perpusilla* yang diperoleh dari persawahan di tepian jalan Banyubiru mengandung tiga jenis logam berat (Pb, Cd, Zn) dengan kadar yang bervariasi, sedangkan total Cr tidak diketemukan.

Tabel 1. Karakterisasi Awal Air Limbah Tekstil dan Kandungan Logam Berat dalam *L. perpusilla* (Kadar air 96,53%)

Parameter	Kadar
<b>Fisikawi</b>	
TDS (ppm)	735
DHL ( $\mu S/cm$ )	1382,5
Kekeruhan (FTU)	139,5
Warna (PtCo)	748,5
<b>Kimiawi</b>	
pH	6,9
COD (ppm)	3820
Cd (mg/l)	0,03
Total Cr (mg/l)	0,035
Pb (mg/l)	0,88
Zn (mg/l)	0,26
<b><i>L. perpusilla</i> (Kadar Air 96,53%)</b>	
Pb (mg/kg)	10,86
Cd (mg/kg)	24,86
Zn (mg/kg)	172,47
Total Cr (mg/kg)	-

Keterangan : - Tidak terdeteksi oleh AAS

### Penyerapan Total Cr Antar Berbagai Prosentase Kepadatan *L. perpusilla* Dalam Waktu 2-6 Hari

Rataan serapan total Cr ( $mg/l \pm SE$ ) yang dilakukan oleh berbagai persentase kepadatan *L. perpusilla* dalam waktu 2 - 6 hari berkisar antara  $0,013 \pm 0,008 mg/l$  sampai  $0,035 \pm 0,012 mg/l$  (Tabel 2).

Dari Tabel 2 terlihat bahwa penyerapan total Cr yang optimum terjadi dalam waktu 2 – 6 hari pada kepadatan *L. perpusilla* 37,5%. Padatan populasi *L. perpusilla* berperan terhadap aktivitas

penyerapan total Cr terutama mulai hari ke-2.

Tabel 2. Rataan Serapan Total Cr (mg/l ± SE) Antar Berbagai Persentase Kepadatan *L.perpusilla* Dalam Waktu 2 - 6 Hari

Har i	Kepadatan (%)					
	50%	37,5 %	25%	62,5 %	12,5 %	0%
2	0,01 3	0,01 5	0,02 13	0,02 2	0,03 3	0,03 5
	±0,0 08	±0,0 09	±0,0	±0,0 3	±0,0 08	±0,0 12
	W =	(a)	(ab)	(ab)	(b)	(b)
4	0,02 6	0,01 4	0,02 22	0,03 3	0,02 9	0,03 4
	±0,0 29	±0,0 08	±0,0	±0,0 07	±0,0 12	±0,0 08
	W =	(ab)	(a)	(ab)	(ab)	(b)
6	0,02 3	0,01 5	0,01 8	0,03 2	0,02 3	0,03 5
	±0,0 2	±0,0 16	±0,0 15	±0,0 3	±0,0 08	±0,0 09
	W =	(	(a)	(ab)	(bc)	(c)
0.0 15	abc	)	)	)	)	)
0.0 16	)	)	)	)	)	)

**Keterangan=**

- W = BNJ 5%
- Angka diikuti huruf yang sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda secara bermakna, sedangkan angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan antar perlakuan berbeda bermakna. Keterangan ini juga berlaku untuk Tabel 3

Hasil analisis korelasi berganda menunjukkan adanya korelasi negatif antara total Cr dan padatan populasi *L. perpusilla* ( $r = -0,525$ ). Hal ini menunjukkan absorpsi total Cr terjadi pada padat populasi *L. perpusilla* yang rendah (37,5%).

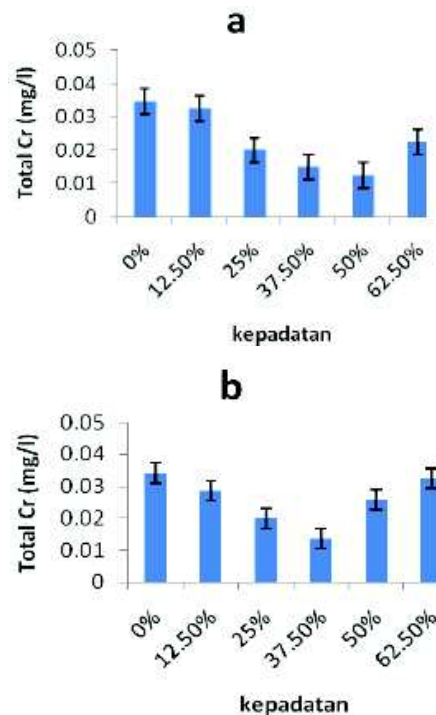
Cr akan lebih mudah diserap oleh *L.perpusilla* karena keberadaan Cr di alam dalam bentuk kromit ( $FeCr_2O_4$ ) sedangkan Fe merupakan hara mikro

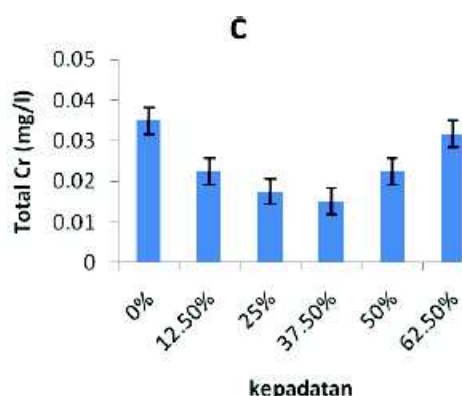
bagi tumbuhan sehingga secara tidak langsung tumbuhan

menyerap Fe maka Cr ikut terserap ke dalam tumbuhan [7].

Lebih lanjut, efek toksisitas logam mengikuti urutan  $Cu > Se > Pb > Cd > Ni > Cr$  [8]. *L.perpusilla* akan lebih selektif untuk menyerap Cr yang efek toksisnya lebih rendah.

Telaah lebih lanjut, dari Tabel 3 terlihat bahwa pada padat populasi *L. perpusilla* yang lebih tinggi (50% dan 62,5%) konsentrasi total Cr dalam air limbah (media tanam) meningkat mencapai 0,033 mg/l (hari ke 4) dan 0,032 mg/l (hari ke 6) (Gambar 1).





Gambar 1. Pola Penyerapan Cr Oleh *L. perpusilla* Pada Berbagai Waktu Pengamatan (a) 2 hari, (b) 4 hari, dan (c) 6 hari

Adanya peningkatan konsentrasi total Cr dalam air limbah pada padatan populasi yang lebih tinggi (50% dan 62,5%) terkait dengan proses degradasi total Cr dalam

tumbuhan *L. perpusilla* yang mati. Padat populasi Lemna yang lebih tinggi menyebabkan beberapa tumbuhan *L. perpusilla* mati karena keterbatasan ruang tumbuh, ketersediaan cahaya dan unsur hara [9]. Tumbuhan *L. perpusilla* yang mati akan terdegradasi dan akan melepaskan kembali total Cr yang telah terserap ke dalam air limbah.

Hasil analisis korelasi berganda menunjukkan bahwa pada hari ke 4 dan ke 6 korelasi antara total Cr dan TDS bernilai negatif ( $r = -0,429$  dan  $-0,412$ ). Hal ini menunjukkan bahwa penyerapan total Cr terjadi pada kondisi TDS rendah yaitu pada padat populasi rendah. Efektivitas penyerapan total Cr oleh *L. perpusilla* dapat dilihat pada Tabel 3. Dari Tabel 3 terlihat bahwa pada kepadatan tumbuhan *L. perpusilla* 37,5%

dapat menyerap total Cr lebih dari 50% (57,14% - 58,82%).

Tabel 3. Efektifitas Daya Serap Total Cr Dari Air Limbah Tekstil oleh *L. perpusilla* Pada Padatan Populasi 37,5%

Waktu (Hari)	Kepadatan		Daya Serap
	0 % (mg/l)	37,5% (mg/l)	
2	0,035	0,015	0,020 mg/l (57,14%)
4	0,034	0,014	0,020 mg/l (58,82%)
6	0,035	0,015	0,020 mg/l (57,14)

#### Penyerapan $Cd^{2+}$ Antar Berbagai Persentase Kepadatan *L. perpusilla* Dalam Waktu 2 - 6 Hari

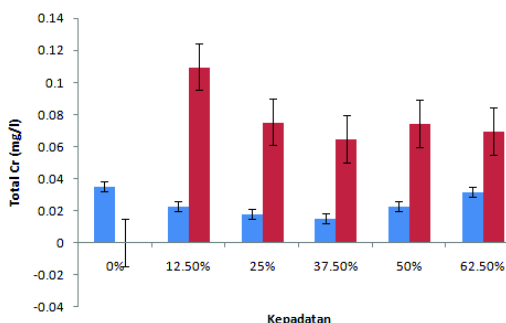
Rataan penyerapan  $Cd^{2+}$  berkisar antara  $0,030 \text{ mg/l} \pm 0,037$  sampai  $0,063 \pm 0,084 \text{ mg/l}$  (Tabel 4). Dari Tabel 4 terlihat bahwa dalam waktu 2 - 6 hari antar berbagai kepadatan *L. perpusilla* tidak terjadi penyerapan logam Cd. Tidak terjadinya penyerapan Cd oleh *L. perpusilla* dalam waktu 2-6 hari terkait dengan proses penyerapan total Cr oleh *L. perpusilla*. Hasil analisis korelasi berganda menunjukkan bahwa mulai pada hari ke 4 sampai hari ke 6, Cd berkorelasi negatif dengan total Cr yaitu,  $r = -0,423$  dan  $r = -0,416$ . Hasil ini menunjukkan bahwa selama terjadi penyerapan total Cr oleh *L. perpusilla* maka penyerapan Cd akan dihambat karena Cd lebih toksik dibandingkan dengan Cr [8]. Selain itu adanya logam berat lain seperti Zn yang merupakan unsur hara mikro penting bagi *L. perpusilla*.

Tabel 4. Rataan Serapan Cd<sup>2+</sup> (mg/l) Dari Limbah Tekstil Antar Berbagai Persentase Kepadatan *L. perpusilla* Dalam Waktu 2 - 6 Hari

Hari	Kepadatan (%)					
	0%	12,5 %	25 %	37,5 %	50 %	62,5 %
2	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,01
	±	5	8	8	5	8
	0,03	±	±	±	±	±
4	7	0,01	0,01	0,02	0,05	0,01
		6	6	7	9	6
	W =	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
0,04						
4	0,03	0,05	0,04	0,05	0,02	0,02
4	±	±	3	±	±	3
	0,03	0,02	±	0,07	0,02	±
	7	7	0,03	5	2	0,01
6			5			5
	W =	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
	0,05					
6	0,03	0,06	0,03	0,05	0,01	0,01
6	±	3	8	8	3	8
	0,03	±	±	±	±	±
	7	0,08	0,03	0,10	0,00	0,02
3		4	3	5	8	9
	W =	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
	0,08					

**Pola Serapan Total Cr dan Cd<sup>2+</sup> Dalam Hubungannya Dengan RGR Bobot Kering Antar Berbagai Kepadatan Pada Hari Ke 6**

Pola serapan total Cr dalam hubungannya dengan RGR Bobot Kering antar berbagai persentase kepadatan pada hari ke 6 disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Fluktuasi Serapan Cr dan Pertumbuhan *L. perpusilla* Berdasarkan RGR Bobot Kering Antar Berbagai Kepadatan pada Hari Ke 6

Dari Gambar 2 terlihat nilai rata-rata RGR bobot kering pada hari ke 6 padat populasi *L. perpusilla* 37,5% turun kemudian secara gradasi meningkat pada kepadatan populasi Lemna yang lebih tinggi (50% dan 62,5%).

**Pola Serapan Total Cr dan Cd<sup>2+</sup> Dalam Hubungannya Dengan RGR Bobot Kering Antar Berbagai Kepadatan Pada Hari Ke 6**

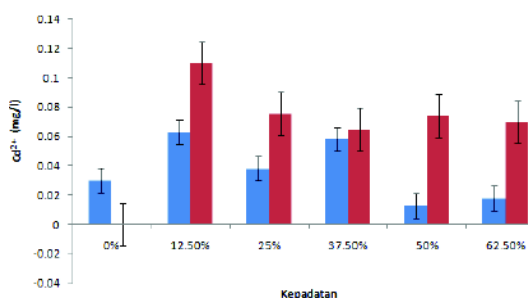
Pola serapan total Cr dalam hubungannya dengan RGR Bobot Kering antar berbagai persentase kepadatan pada hari ke 6 disajikan pada Gambar 2.

Dari Gambar 2 terlihat nilai rata-rata RGR bobot kering pada hari ke 6 padat populasi *L. perpusilla* 37,5% turun kemudian secara gradasi meningkat pada kepadatan populasi Lemna yang lebih tinggi (50% dan 62,5%).

Pada padat populasi *L. perpusilla* 37,5% penyerapan total Cr paling maksimal sedangkan pada padat populasi 37,5% RGR bobot kering *L. perpusilla* berada pada titik paling rendah di antara kepadatan yang lain. Sedangkan untuk pola serapan Cd<sup>2+</sup> dalam kaitannya dengan rata-rata RGR bobot kering antar berbagai persentase kepadatan pada hari ke 6 disajikan dalam Gambar 3.

Dari Gambar 3 tampak bahwa penyerapan Cd<sup>2+</sup> dalam waktu 2 - 6 hari tidak terjadi sehingga RGR Bobot Kering

tidak terpengaruh oleh  $Cd^{2+}$ . Keberadaan logam berat lain dalam air limbah seperti total Cr,  $Zn^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$  akan berpengaruh terhadap selektivitas *L. perpusilla* dalam menyerap logam berat. Nampaknya  $Cd^{2+}$  akan diserap setelah semua logam berat lainnya terserap oleh *L. perpusilla*.



Gambar 3. Fluktuasi Serapan Cd dan Pertumbuhan *L. perpusilla* Berdasarkan RGR Bobot Kering Antar Berbagai Kepadatan Pada Hari Ke 6

## KESIMPULAN

1. Padat populasi *L. perpusilla* yang optimal dalam penyerapan total Cr adalah 37,5% dengan efektivitas penyerapan sebesar lebih dari 50% (57,15% - 58,82%).
2. Penyerapan Cd oleh *L. perpusilla* pada berbagai kepadatan tidak terjadi selama 2 - 6 hari disebabkan karena adanya selektivitas penyerapan logam.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :saudari Meilani yang

telah membantu penulis dalam penelitian, dan bapak Drs. Soenarto Ns., M.Sc yang telah membantu dalam identifikasi spesies *Lemna*

## DAFTAR RUJUKAN

- [1] Lamai, C., M. Kruatrachue, P. Pokethitiyook, E.S. Upatham, and V. Soonthornsarathool. 2005. Toxicity and Accumulation of Lead and Cadmium in The Filamentous Green Alga *Cladophora fracta* (O.F. Muller ex Vahl) Kutzing : A Laboratory Study. *Sci. Asia* 31 , 121-127.
- [2] Suthersan, S.S. 1999. Phytoremediation. Boca Raton : CRC Press LLC. p.375.
- [3] Pivetz, B.E. 2001. Phytoremediation of Contaminated Soil and Ground Water at Hazardous Waste Sites. EPA.
- [4] Mkandawire, M., and E.G. Dudel. 2007. Are *Lemna spp.* Effective Phytoremediation Agents?. *Journal of Global Sci*, 56-57.
- [5] Leblelici, Z., A. Aksoy, and F. Duman. 2009. Influence of Salinity On The Growth and Heavy Metal Accumulation Capacity Of *Spirodela polyrrhiza* (Lemnaceae). *Turk J Biol* 35, 215-220.

- [6] Steel, R.G.D dan J.H. Torie. 1989. *Prinsip dan Prosedur Statiska*. PT. Gramedia, Jakarta.
- [7] Shanker, A.K., C. Cervantes., H. Loza-Tavera., and S. Avudainayagam. 2005. Chromium Toxicity in Plants. *Env. Internat.*31, 739-753.
- [8] El-Kheir, W.A., G. Ismail, F.A. El-Nour, T. Tawfik, and D. Hammad. 2007. Assessment The Efficiency of Duckweed ( *Lemna gibba*) in Wastewater Treatment. *Internat Journal of Agric. and Biol.* Vol. 9 No. 5.
- [9] Anonim. 2008. *Population Growth In Lemna minor*. Carolina Biological Supply Co.