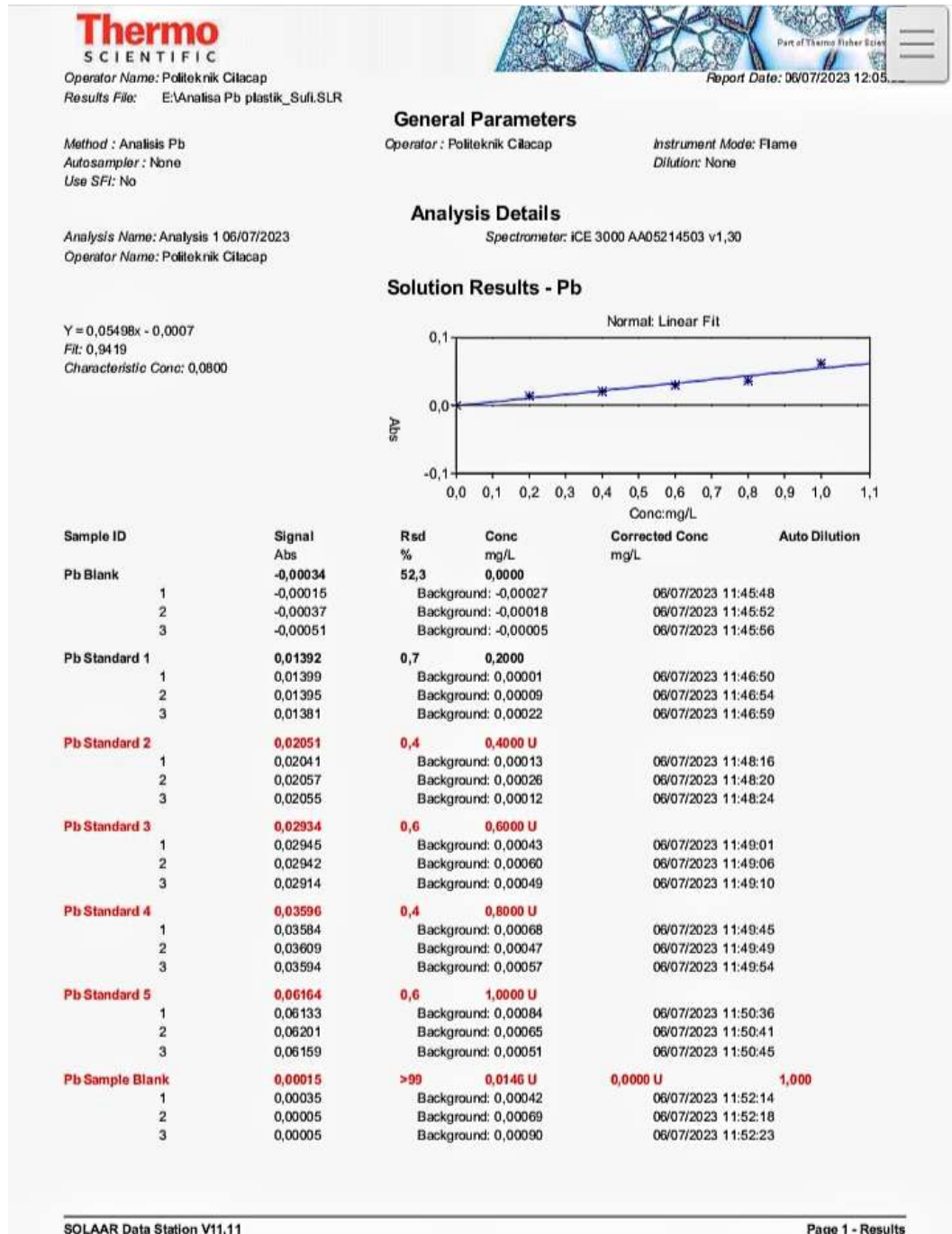


LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengujian Terhadap Kandungan Logam Berat Pb



SOLAAR AA Report

Operator Name: Politeknik Cilacap

Report Date: 06/07/2023 12:05:32

Results File: E:\Analisa Pb plastik_Sufi.SLR

Solution Results - Pb

Sample ID	Signal	Rsd %	Conc mg/L	Corrected Conc mg/L	Auto Dilution
Pb Sample ID 1	0,00021	30,7	0,0157 U	0,0010 U	1,000
1	0,00023		Background: 0,00029	06/07/2023 11:54:29	
2	0,00014		Background: 0,00030	06/07/2023 11:54:33	
3	0,00026		Background: 0,00005	06/07/2023 11:54:38	
Pb Sample ID 2	0,00023	58,9	0,0161 U	0,0014 U	1,000
1	0,00030		Background: 0,00002	06/07/2023 11:55:51	
2	0,00007		Background: 0,00038	06/07/2023 11:55:55	
3	0,00031		Background: 0,00007	06/07/2023 11:55:59	
Pb Sample ID 3	0,00034	48,9	0,0180 U	0,0034 U	1,000
1	0,00048		Background: 0,00017	06/07/2023 11:56:40	
2	0,00037		Background: 0,00020	06/07/2023 11:56:45	
3	0,00016		Background: 0,00046	06/07/2023 11:56:49	
Pb Sample ID 4	0,00033	34,8	0,0178 U	0,0032 U	1,000
1	0,00045		Background: 0,00006	06/07/2023 11:57:55	
2	0,00024		Background: 0,00016	06/07/2023 11:58:00	
3	0,00029		Background: 0,00043	06/07/2023 11:58:04	
Pb Sample ID 5	0,00037	36,8	0,0187 U	0,0040 U	1,000
1	0,00050		Background: 0,00029	06/07/2023 11:58:36	
2	0,00039		Background: 0,00041	06/07/2023 11:58:40	
3	0,00023		Background: 0,00042	06/07/2023 11:58:45	
Pb Sample ID 6	0,00052	29,1	0,0214 U	0,0067 U	1,000
1	0,00067		Background: 0,00030	06/07/2023 11:59:21	
2	0,00037		Background: 0,00036	06/07/2023 11:59:25	
3	0,00053		Background: 0,00029	06/07/2023 11:59:30	
Pb Sample ID 7	0,00050	17,2	0,0209 U	0,0063 U	1,000
1	0,00040		Background: 0,00012	06/07/2023 12:01:14	
2	0,00056		Background: 0,00010	06/07/2023 12:01:19	
3	0,00054		Background: 0,00012	06/07/2023 12:01:23	
Pb Sample ID 8	0,00063	6,7	0,0234 U	0,0088 U	1,000
1	0,00058		Background: 0,00011	06/07/2023 12:02:15	
2	0,00065		Background: 0,00008	06/07/2023 12:02:19	
3	0,00066		Background: 0,00015	06/07/2023 12:02:24	
Pb Sample ID 9	0,00075	10,4	0,0256 U	0,0110 U	1,000
1	0,00066		Background: 0,00031	06/07/2023 12:02:56	
2	0,00079		Background: 0,00019	06/07/2023 12:03:00	
3	0,00081		Background: 0,00026	06/07/2023 12:03:04	
Pb Sample ID 10	0,00071	25,6	0,0249 U	0,0102 U	1,000
1	0,00091		Background: -0,00001	06/07/2023 12:03:33	
2	0,00067		Background: 0,00003	06/07/2023 12:03:37	
3	0,00056		Background: 0,00028	06/07/2023 12:03:41	
Pb Sample ID 11	0,00082	20,8	0,0269 U	0,0122 U	1,000
1	0,00086		Background: 0,00008	06/07/2023 12:04:08	
2	0,00064		Background: 0,00037	06/07/2023 12:04:12	
3	0,00097		Background: -0,00000	06/07/2023 12:04:16	
Pb Sample ID 12	0,00050	13,6	0,0211 U	0,0064 U	1,000
1	0,00057		Background: 0,00015	06/07/2023 12:04:43	
2	0,00050		Background: 0,00045	06/07/2023 12:04:47	
3	0,00044		Background: 0,00030	06/07/2023 12:04:52	



Operator Name: Politeknik Cilacap
Results File: E:\Analisa Pb plastik_Sukmawati2.SLR

Report Date: 06/07/2023 11:32:57

General Parameters

Method : Analysis Pb
Autosampler : None
Use SFI: No

Operator : Politeknik Cilacap

Instrument Mode: Flame
Dilution: None

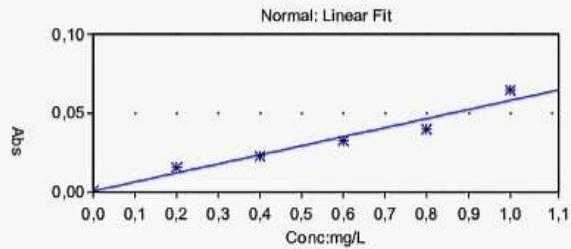
Analysis Details

Analysis Name: Analysis 2 06/07/2023
Operator Name: Politeknik Cilacap

Spectrometer: ICE 3000 AA05214503 v1.30

Solution Results - Pb

Y = 0,05735x + 0,0004
Fit: 0,9551
Characteristic Conc: 0,0767



Sample ID	Signal Abs	Rsd %	Conc mg/L	Corrected Conc mg/L	Auto Dilution
Pb Blank	0,00063	35,0	0,0000		
1	0,00065		Background: 0,00539	06/07/2023 11:14:28	
2	0,00084		Background: 0,00539	06/07/2023 11:14:32	
3	0,00040		Background: 0,00576	06/07/2023 11:14:36	
Pb Standard 1	0,01533	0,5	0,2000		
1	0,01532		Background: 0,01505	06/07/2023 11:15:26	
2	0,01541		Background: 0,01514	06/07/2023 11:15:31	
3	0,01525		Background: 0,01529	06/07/2023 11:15:35	
Pb Standard 2	0,02252	0,8	0,4000 U		
1	0,02263		Background: 0,02436	06/07/2023 11:16:19	
2	0,02260		Background: 0,02448	06/07/2023 11:16:23	
3	0,02232		Background: 0,02456	06/07/2023 11:16:27	
Pb Standard 3	0,03217	0,2	0,6000 U		
1	0,03212		Background: 0,03272	06/07/2023 11:17:05	
2	0,03226		Background: 0,03309	06/07/2023 11:17:09	
3	0,03213		Background: 0,03291	06/07/2023 11:17:13	
Pb Standard 4	0,03963	0,1	0,8000 U		
1	0,03959		Background: 0,04132	06/07/2023 11:17:53	
2	0,03960		Background: 0,04120	06/07/2023 11:17:58	
3	0,03969		Background: 0,04118	06/07/2023 11:18:02	
Pb Standard 5	0,06441	0,2	1,0000 U		
1	0,06431		Background: 0,05096	06/07/2023 11:18:43	
2	0,06441		Background: 0,05121	06/07/2023 11:18:47	
3	0,06452		Background: 0,05123	06/07/2023 11:18:52	
Pb Sample Blank	0,00723	2,2	0,1185 U	0,0000 U	1,000
1	0,00741		Background: 0,06477	06/07/2023 11:19:56	
2	0,00711		Background: 0,06511	06/07/2023 11:20:00	
3	0,00718		Background: 0,06505	06/07/2023 11:20:05	

SOLAAR AA Report

Operator Name: Politeknik Cilacap

Report Date: 06/07/2023 11:32:57

Results File: E:\Analisa Pb plastik_Sukmawati2.SLR

Solution Results - Pb

Sample ID	Signal Abs	Rsd %	Conc mg/L	Corrected Conc mg/L	Auto Dilution
Pb Sample ID 1	0,00856	2,3	0,1416 U	0,0231 U	1,000
1	0,00835		Background: 0,07733	06/07/2023 11:21:14	
2	0,00860		Background: 0,07708	06/07/2023 11:21:19	
3	0,00874		Background: 0,07658	06/07/2023 11:21:23	
Pb Sample ID 2	0,00950	1,3	0,1580 U	0,0395 U	1,000
1	0,00963		Background: 0,09198	06/07/2023 11:22:27	
2	0,00939		Background: 0,09211	06/07/2023 11:22:32	
3	0,00949		Background: 0,09199	06/07/2023 11:22:36	
Pb Sample ID 3	0,00995	1,6	0,1659 U	0,0474 U	1,000
1	0,00994		Background: 0,10597	06/07/2023 11:23:34	
2	0,01013		Background: 0,10574	06/07/2023 11:23:39	
3	0,00980		Background: 0,10612	06/07/2023 11:23:43	
Pb Sample ID 4	0,00948	2,3	0,1576 U	0,0391 U	1,000
1	0,00972		Background: 0,12244	06/07/2023 11:25:11	
2	0,00930		Background: 0,12248	06/07/2023 11:25:15	
3	0,00941		Background: 0,12264	06/07/2023 11:25:20	
Pb Sample ID 5	0,00777	2,0	0,1279 U	0,0094 U	1,000
1	0,00764		Background: 0,14240	06/07/2023 11:26:38	
2	0,00774		Background: 0,14247	06/07/2023 11:26:42	
3	0,00794		Background: 0,14262	06/07/2023 11:26:47	
Pb Sample ID 6	0,00532	0,7	0,0852 U	-0,0333 U	1,000
1	0,00529		Background: 0,15734	06/07/2023 11:27:36	
2	0,00537		Background: 0,15762	06/07/2023 11:27:40	
3	0,00531		Background: 0,15746	06/07/2023 11:27:44	
Pb Sample ID 7	0,00334	2,7	0,0505 U	-0,0680 U	1,000
1	0,00327		Background: 0,16993	06/07/2023 11:28:31	
2	0,00331		Background: 0,16988	06/07/2023 11:28:35	
3	0,00344		Background: 0,16965	06/07/2023 11:28:40	
Pb Sample ID 8	0,00276	2,5	0,0405 U	-0,0780 U	1,000
1	0,00271		Background: 0,17874	06/07/2023 11:29:32	
2	0,00284		Background: 0,17848	06/07/2023 11:29:37	
3	0,00273		Background: 0,17868	06/07/2023 11:29:41	
Pb Sample ID 9	0,00293	5,5	0,0435 U	-0,0750 U	1,000
1	0,00311		Background: 0,18191	06/07/2023 11:30:26	
2	0,00281		Background: 0,18225	06/07/2023 11:30:30	
3	0,00287		Background: 0,18236	06/07/2023 11:30:34	

Lampiran 2. Perhitungan Data Analisis

PENGUJIAN KADAR AIR

No .	Jenis Botol	Vaiasi	Sampel	Berat Crush kosong (mo), gr	Berat sampel (m1), gr	Mo + m1 sebelum oven, gr	Setelah Oven, gr	Berat Sampel Setelah Oven, (g)	Kadar Air (%)
1	Vit	120°C	Ko1	47.1935	5.0354	52.2289	52.2019	5.0084	0.536203678
2		NaHCO3	1	54.0489	5.0058	59.0547	59.0342	4.9853	0.409524951
3			2	54.0479	5.0063	59.0542	59.0321	4.9842	0.441443781
4			3	36.6046	5.0979	41.7025	41.6789	5.0743	0.462935719
5	Vit	C6H8O7	4	46.016	5.003	51.019	51.0007	4.9847	0.365780532
6			5	36.6984	5.0084	41.7068	41.6879	4.9895	0.377366025
7			6	45.5584	5.0112	50.5696	50.5498	4.9914	0.395114943
8	Aqua	120°C	Ko2	45.6865	5.0071	50.6936	50.6755	4.989	0.361486689
9		NaHCO3	7	42.6358	5.0132	47.649	47.6334	4.9976	0.311178489
10			8	38.5314	5.0174	43.5488	43.5314	5	0.34679316
11			9	43.4293	5.0112	48.4405	48.4231	4.9938	0.347222222
12	Aqua	C6H8O7	10	48.2507	5.0163	53.267	53.2611	5.0104	0.11761657
13			11	45.157	5.037	50.194	50.1799	5.0229	0.279928529
14			12	45.6736	5.039	50.7126	50.6956	5.022	0.337368526

PENGUJIAN KONTAMINASI OLEH PB DAN KONTAMINASI LAIN

No.	Jenis Botol	Variasi	Sampel	Massa Sampel, (g)	Massa kontaminan lain, (gr)	Massa Kontaminasi PVC, (gr)	Nilai Kontaminan lain, (mg/kg)	Nilai Kontaminasi PVC, (mg/kg)
1	Vit	120°C	Ko1	5.0309	0	0	0	0
2		NaHCO3	1	5.0218	0.0001	0.0001	19.913179	19.9131785
3			2	5.0532	0.0003	0.0002	59.368321	39.5788807
4			3	5.0152	0.0004	0.0002	79.757537	39.8787685
5	Vit	C6H8O7	4	5.0195	0.0001	0.0002	19.922303	39.844606
6			5	5.0175	0	0.0002	0	39.8604883
7			6	5.0104	0.0001	0.0002	19.958486	39.9169727
8	Aqua	120°C	Ko2	5.0364	0	0	0	0
9		NaHCO3	7	5.005	0.0002	0	39.96004	0
10			8	5.0312	0.0005	0	99.37987	0
11			9	5.0164	0	0	0	0
12	Aqua	C6H8O7	10	5.0588	0	0	0	0
13			11	5.0153	0	0	0	0
14			12	5.0304	0	0.0001	0	19.8791349

PENGUJIAN LOGAM BERAT Pb

Botol	Variasi	sampel	Massa sampel	AAS	vol.	konsentrasi pb	konsentrasi pb2
Vit	120°	Ko1	1.006	0.000505	100	0.000501988	0.050198807
	NaHCO3	1	1	0.00021333	100	0	0.021241661
		2	1	0.00015667	100	0.000152551	0.015255112
		3	1.0161	0.0002167	100	0.000213266	0.021326641
	C6H8O7	4	1.012	0.00021667	100	0.000214101	0.021410079
		5	1.0113	0.0003733	100	0.000369129	0.036912884
		6	1.005	0.00031667	100	0.000315095	0.031509453
Aqua	120°	Ko2	1.0051	0.00077	100	0.00076606	0.07660598
	NaHCO3	7	1.0051	0.0001133	100	0.000112725	0.01127251
		8	1.006	0.0001133	100	0.000112624	0.011262425
		9	1.0087	0.0002533	100	0.000251115	0.02511153
	C6H8O7	10	1.0081	0.000155	100	0.000153755	0.015375459
		11	1.0004	0.00015	100	0.00014994	0.014994002
		12	1.0142	0.0003	100	0.0002958	0.029579965

PENGUJIAN KERAPATAN CURAH

No.	Jenis Botol	Variasi	Sampel	Massa Wadah, (g)	Massa Wadah + Sampel, (g)	Nilai Kerapatan Curah, (kg/m ³)
1	Vit	120°C	Ko1	0.8805	2.0452	1220.143312
2		NaHCO ₃	1	0.8814	2.1553	1334.541569
3			2	0.8796	2.1728	1354.760308
4			3	0.8805	2.1863	1367.960107
5	Vit	C ₆ H ₈ O ₇	4	0.8809	2.1474	1326.789306
6			5	0.8803	2.1517	1331.922561
7			6	0.8802	2.1783	1359.893564
8	Aqua	120°C	Ko2	0.8808	2.0571	1232.295508
9		NaHCO ₃	7	0.8808	2.17	1350.569896
10			8	0.88	2.1783	1360.103084
11			9	0.8804	2.2319	1415.835568
12	Aqua	C ₆ H ₈ O ₇	10	0.8804	2.1274	1306.361046
13			11	0.8813	2.1586	1338.103419
14			12	0.8813	2.1959	1377.179014

Lampiran 3. Dokumentasi Proses Pembuatan Pellet Biji Plastik

a) Bahan baku dan alat



1) Natrium bikarbonat



2) Asam sitrat



3) Botol PET merk dagang VIT



4) Botol PET merk dagang Aqua



5) Mesin TIPIPIEL THREE

b) Proses pencacahan



1) Proses pencacahan

2) Proses pencacahan



3) Hasil pencacahan

c) Proses pelletizing



d) Produk



Lampiran 4. Dokumentasi Proses Pengujian Pellet Biji Plastik

a) Proses pencerahan



b) Pengeringan



c) Pengujian kerapatan curah



d) Pengujian kadar air



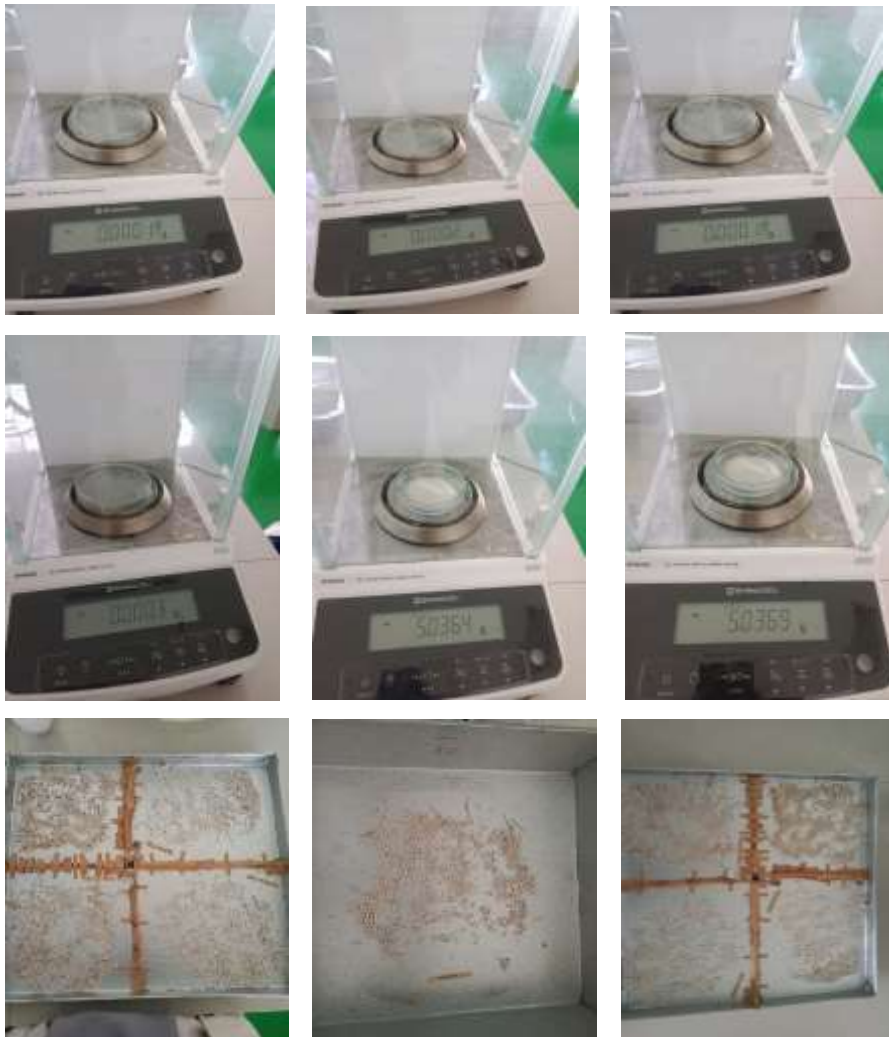
e) Pengujian total logam berat Pb



f) Pengujian toksisitas bahan



g) Pengujian kontaminasi



h) Pengujian warna



Hasil Kuisisioner Pengujian Warna Biji Plastik Dengan Uji Visual

Tanggal	Nama Lengkap Responden	Alamat Responden	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5	Sampel 6	Sampel 7	Sampel 8	Sampel 9	Sampel 10	Sampel 11	Sampel 12	Sampel Terputih	Sampel Terbaik
7/24/2023	Ghina Fadhilah	Kos. Muslimah, Jln. Kinibalu	"4.5"	"3"	"6"	"6"	"6-7"	"7"	"5-6"	"3"	"3"	"3-4"	"3"	"4"	1 dan 7	1 dan 7
7/24/2023	Witya Nur Yanti	Jln. Pipa Timur, Sidanegara	1.5	1.3	1.6	1.6	1.7	1.7	3.4	3.3	3.3	3.4	3.3	3.4	1 dan 7	7
7/24/2023	Annisa Dwi Festiana	Jalan Merdeka no 17A, Pasuruhan, Binangun, Cilacap	5,6	5	5.5	5.5	5.6	5,6	3	3	3	3	3	2.5	1	1
7/24/2023	Mutiara Safitri Gunawan	Jalan Munggur Timur No. 212	3	4	5	4	6	6	3	3	2	2	2	2	1 dan 7	1 dan 7
7/26/2023	Anisa Ikaromah	Cilacap	3	5	5	5	6	6	4	4	6	4	6	6	1	7
7/26/2023	Seviana Nur Fajri	Gang Pendidikan, Cilacap	3	4	4	3	4	4	3	4	5	3	4	5	1	5 dan 7
7/27/2023	Tri Adi Nugraha	Cilacap	2	3	4	5	6	5	3	3	3	3	3	3	1	4 dan 10
7/27/2023	Elmanna Kasifya M	jalan tangkuban perahu	2	3	3	4	5	6	3	4	4	3	3	3	1	6 dan 10
7/28/2023	Sukmawati	Cilacap	3	5	6	5	6	7	3	3,5	4	2,5	3,5	5	1	1 & 10
7/28/2023	Ardian Desta Pratama	Jalan Dr Sutomo gg 2 No.60	2	4	3	4	5	5	3	4	3	3	4	4	4	10
7/28/2023	Gemini Nawa Sutanto	Jalan Puri mujur RT 04 RW 04 kroya	2	4	3	5	4	6	4	3	4	5	3	4	3	4
7/29/2023	Yusuf Arifudin	Jalan Kauman - Cilacap	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	1	1 dan 4
7/29/2023	Dinda Andini Setyorini	Jalan Kendeng	6	5	3	3	4	2	3	3	3	3	3	2	1	10
7/29/2023	Ravita Avrıda	Jalan Dayung - Cilacap	2	4	5	3	4	4	3	4	4	4	4	4	1	1 dan 7

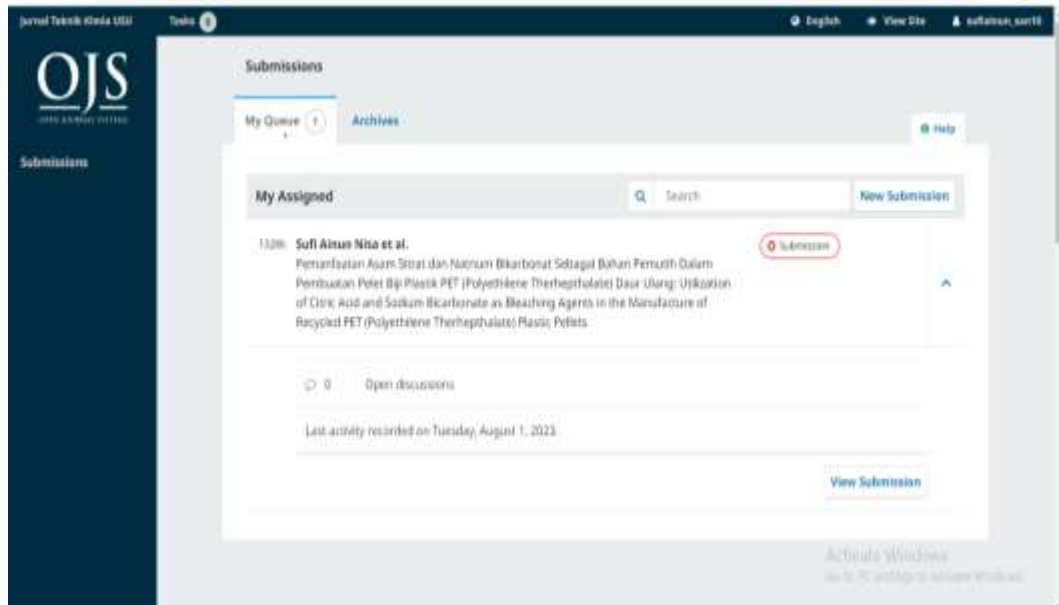
Lampiran 5. Perbandingan biji plastik komersial, biji plastik mesin TIPIPIEL TWO dan biji plastik mesin TIPIPIEL THREE

No.	Parameter	Biji Plastik Komersial	Biji Plastik hasil mesin TIPIPIEL TWO	Biji Plastik hasil mesin TIPIPIEL THREE
1.	Bentuk	Bulat	Pellet	Pellet
2.	Warna	Biji plastik berwarna putih	Pellet berwarna putih dan ada beberapa campuran warna yang bening	Pellet berwarna putih untuk jenis botol yang berasal dari merk dagang Vit dan biru untuk jenis botol dengan merk dagang Aqua
3.	Homogenitas	Plastik melebur dengan sempurna	Plastik melebur dengan sempurna	Plastik melebur dengan sempurna
4.	Kestabilan warna dan bentuk	Warna dan bentuk sangat stabil	Warna dan bentuk sangat tidak stabil	Warna dan bentuk cukup stabil

Lampiran 6. Perbandingan kualitas biji plastik mesin TIPIPIEL ONE, TIPIPIEL TWO dan TIPIPIEL THREE

No.	Parameter	Baku Mutu	Biji plastik		
			Mesin “TIPIPIEL ONE” (Marjono, S. 2021)	Mesin “TIPIPIEL TWO” (Saputro, 2022)	Mesin “TIPIPIEL THREE”
1.	Kadar Air	Maks. 1%	0,16	0,33	0.1176 – 0,5362
2.	Kontaminasi oleh PVC	Maks 50 mg/kg	-	19.8771592	0 – 39,91697
3.	Kontaminasi lainnya	Maks. 100 mg/kg	-	79.508637	0 – 99,37987
4.	Kerapatan Curah	Min. 400 mg/m ³	-	<1000	1220,143312 – 1415,835568
5.	Total logam berat Pb	Maks. 1 Mg/kg	0,135	0,0633	0.011262425 – 0.076537445

Lampiran 7. Bukti submit jurnal



Lampiran 8. Artikel Ilmiah

Jurnal Teknik Kimia USU, Vol.00, No.00 (202x) 000–000



Pemanfaatan Asam Sitrat dan Natrium Bikarbonat Sebagai Bahan Pemutih Dalam Pembuatan Pelet Biji Plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*) Daur Ulang

*Utilization of Citric Acid and Sodium Bicarbonate as Bleaching Agents in the Manufacture of Recycled PET (*Polyethylene Terephthalate*) Plastic Pellets*

Sufi Ainun Nisa¹, Theresia Evila Purwanti Sri Rahayu², Oto Prasadi³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Politeknik Negeri Cilacap, Jl. Dr. Soetomo, Cilacap, 53212, Indonesia

Email: sufiainun@gmail.com

Artikel ini meng-

Dibuat : xx xxxxx 202x
Direvisi : xx xxxxx 202x
Diterbitkan : xx xxxxx 202x
Mula online : xx xxxxx 202x

E-ISSN: 2337-4888

How to cite:

Penulis 1, Penulis 2, diti. (202x). Jjudul Artikel. Jurnal Teknik Kimia USU, 0(0), xxx-xxx.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. <https://doi.org/10.30605/jtkim.v0i0.00000>

ABSTRAK

Berdasarkan data total sampah yang dihasilkan Indonesia pada tahun 2021 mencapai 68,5 juta ton dan 17% dari total sampah tersebut atau sejumlah 11,6 juta ton diuraikan oleh sampah plastik. Pembuatan biji plastik dapat dilakukan sebagai langkah alternatif untuk melakukan pengolahan terhadap sampah plastik. Tujuan penggunaan natrium bikarbonat dan asam sitrat adalah untuk mengetahui kemampuan bahan pemutih tersebut dalam meningkatkan kualitas warna produk biji plastik serta mengetahui pengaruhnya terhadap parameter kadar air dan kandungan logam berat timbal (Pb) dalam biji plastik. Metode penelitian yang digunakan yaitu eksperimental laboratorium dengan metode pengumpulan data secara kualitatif dan kuantitatif. Biji plastik yang dihasilkan pada penelitian ini memenuhi syarat mutu SNI 8424:2017 pada parameter kadar air dan kandungan logam berat timbal (Pb). Kandungan logam berat Pb terkecil yaitu pada sampel 2 sebesar 0,0153 mg/kg. Kadar air terendah dihasilkan oleh sampel 1 yaitu sebesar 0,4658%. Sampel 1 menghasilkan tingkat warna putih yang cukup signifikan yang ditandai dengan adanya penurunan warna sampel terhadap gradien perbandingan warna.

Kata kunci: Biji plastik, PET, Kualitas biji plastik, Asam sitrat, natrium bikarbonat

ABSTRACT

Based on data, the total waste produced by Indonesia in 2021 reached 68.5 million tons and 17% of the total waste or a total of 11.6 million tons was contributed by plastic waste. Making plastic pellets can be done as an alternative step to process plastic waste. The purpose of using sodium bicarbonate and citric acid is to determine the ability of these bleaching agents to improve the color quality of plastic pellet products and determine their effect on the parameters of moisture content and lead heavy metal content (Pb) in plastic pellets. The research method used is experimental laboratory with qualitative and quantitative data collection methods. The plastic pellets produced in this study meet the SNI 8424:2017 quality requirements on the parameters of moisture content and lead heavy metal content (Pb). The smallest Pb heavy metal content in sample 2 was 0.0153 mg/kg. The lowest water content produced by sample 1 is 0.4658%. Sample 1 produces a significant level of white which is characterized by a decrease in the color of the sample against the color comparison gradient.

Keyword : Plastic pellets, PET, Quality plastic pellets, Citric acid, sodium bicarbonate

1. Pendahuluan

Kehidupan seluruh masyarakat di muka bumi selalu diliputi dengan plastik. Hal tersebut menjadikan permasalahan yang cukup pelik, dikarenakan sampah plastik merupakan bahan yang sangat sulit diuraikan oleh bakteri sehingga memungkinkan sampah plastik mampu bertahan hingga usia puluhan tahun bahkan 200 hingga 400 tahun lamanya [10]. Pada tahun 2018 ditemukan ikan paus sepanjang 9,5 meter yang mati dan terdampar di Wakatobi dengan perut berisi sampah plastik dengan berat 5,9 kg. Pada tahun 2019 sampah plastik ditemukan seberat 40 kg di dalam perut ikan paus yang terdampar di wilayah selatan Provinsi Lembah Compostela, Filipina. Pada tahun 2021 ditemukan mikroplastik dengan jumlah rata-rata pada insang 25,2 partikel dan pada pencernaan ikan kembang sejumlah 19,1 partikel di TPI Semarang. Mikroplastik adalah plastik yang memiliki ukuran sangat kecil ≤ 5 mm. Ikan yang di dalam tubuhnya terdapat mikroplastik dan kandungan lainnya yang berbahaya bagi plastik apabila dikonsumsi oleh manusia akan memberikan gangguan kesehatan karena bersifat racun bagi tubuh, mengganggu sistem imun, sistem saraf, sistem reproduksi serta dapat menumbuhkan sel kanker [15].

Limbah botol plastik dapat dilakukan pengolahan kembali menjadi biji plastik (*styre monomer*). Biji plastik merupakan plastik jenis butiran yang dapat dilakukan pengolahan sebagai produk baru. Biji plastik terdapat dua macam, yaitu biji plastik asli dan biji plastik daur ulang. Biji plastik asli berasal dari minyak bumi yang dicampur dengan bahan kimia lain pada proses pemanasannya agar menjadi lunak dan mengeras sehingga kemudian dilakukan pemotongan hingga membentuk butiran. Sementara biji plastik daur ulang merupakan hasil pengolahan limbah plastik yang dihancurkan dan dilelehkan hingga mengeras pada suhu ruangan sehingga dilakukan proses pemotongan. Ada berbagai macam jenis biji plastik yaitu PET (*Polyethylene Terephthalate*), Polietilena densitas tinggi (*High Density Polyethylene*/HDPE), PVC (*Polyvinyl Chloride*), Polietilena densitas rendah (*Low Density Polyethylene*/LDPE), PP (*Polypropylene*), dan PS (*Polystyrene*) [11].

PET (*Polyethylene Terephthalate*) merupakan jenis plastik yang memiliki karakteristik jernih, transparan, kuat serta tahan terhadap pelarut. Sifatnya yang kedap terhadap gas dan pelarut menjadikan PET banyak digunakan sebagai bahan kemasan makanan seperti halnya botol minum (*tumbler*), kemasan minyak goreng, kemasan air mineral, botol kecap dan wadah berbagai kosmetik [9].

Pemutih merupakan sebutan pada bahan kimia yang berfungsi untuk memutihkan. Bahan pemutih akan mengoksidasi bahan pengotor dan zat warna sehingga dapat merubah tampilan bahan menjadi lebih bersih. Bahan kimia pemutih antara lain yaitu kaporit (CaOCl_2), natrium hipoklorit (NaOCl), hidrogen peroksida (H_2O_2), asam sitrat ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$), natrium bikarbonat (NaHCO_3), dll [4].

Asam sitrat dapat digunakan sebagai bahan kimia pemutih dikarenakan memiliki gugus OH. Gugus OH berpotensi menjadi oksidator sehingga asam sitrat mampu merusak susunan molekul zat warna dalam ikatan konjugasi. Hal tersebut menyebabkan warna menjadi netral sehingga memberi efek memutihkan [8]. Asam sitrat dapat mengikat logam dengan membuat logam tersebut larut. Penggunaan asam sitrat dalam kehidupan sangat beragam yaitu sebagai larutan pembersih kamar mandi dan dapur, bahan pelarut karat dari baja, penghilang noda pada gelas tanpa menggosoknya dan shampoo untuk membersihkan lilin dan pewarna yang menempel pada rambut [3].

Natrium bikarbonat merupakan bahan pembersih yang dapat digunakan sebagai agen pembersih pada pelet biji plastik maupun peralatan pembuat pelet biji plastik. Efektivitas pembersihan biji plastik mulai terlihat pada campuran 2% natrium bikarbonat dalam waktu 30 menit. Campuran natrium bikarbonat 10% dapat digunakan sebagai bahan pembersih pigmen warna biru pada peralatan pembuatan pelet biji plastik dalam waktu 15 menit [5].

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengolahan terhadap sampah plastik terutama botol plastik jenis PET dengan melakukan daur ulang menjadi produk pelet biji plastik. *Treatment* pemutihan dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian bahan kimia pemutih terhadap parameter kadar air serta kandungan logam berat timbal (Pb) berdasarkan baku mutu SNI 8424:2017 tentang standar mutu biji plastik PET daur ulang serta tingkat keputihan warna biji plastik.

2. Metode

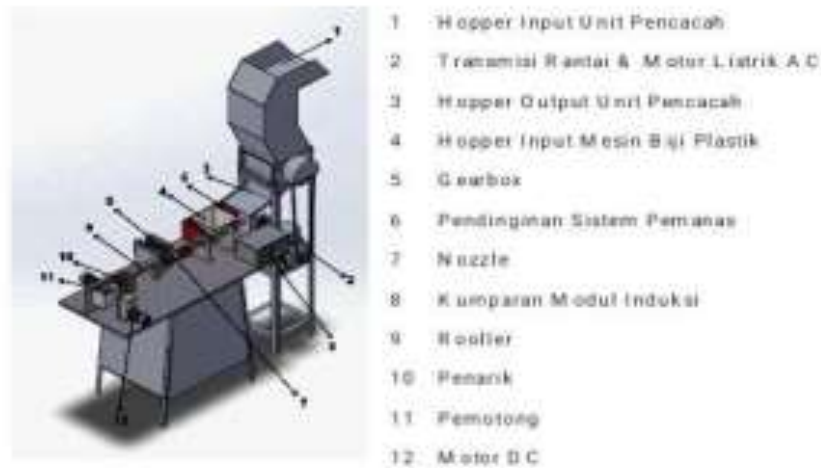
Lokasi dan waktu

Proses penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Laboratorium Pengolahan Limbah dan Laboratorium Kimia, Politeknik Negeri Cilacap. Waktu penelitian berlangsung selama 4 bulan yang dimulai pada bulan Maret 2023 – Juli 2023.

Alat dan Bahan

Bahan yang diperlukan pada proses penelitian ini berupa botol plastik jenis PET merek dagang Vit, natrium bikarbonat, asam sitrat, aquabides, aquadest, asam nitrat, larutan standar Pb dan kertas saring. Alat yang

digunakan berupa gunting, mesin pelletizing, nampan/baki, neraca analitik, pinset, gelas kimia (50 ml, 100 ml, dan 250 ml), oven, labu ukur 100 ml dan 1000 ml, pipet tetes, AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*), pipet ukur, pipet pump, ayakan 50 mesh, wadah uji kerapatan corah dan grinder. Alat yang digunakan dalam pembuatan biji plastik yaitu:



Gambar 1. Mesin pembuatan pelet biji plastik (sumber : peneliti)

Prosedur Penelitian

Metode yang digunakan dalam proses pembuatan biji plastik yaitu metode *pelletizing* dengan melakukan pelelehan terhadap cacahan biji plastik yang selanjutnya dilakukan pemotongan pada pasta yang sudah mengeras menjadi bentuk silinder/tabung/pelet. Proses pembuatan pelet biji plastik ini diawali dengan mencacahan botol plastik menjadi ukuran yang lebih kecil ($\pm 5\text{mm}$). Kemudian dilakukan pencucian dengan air hingga bersih dengan tujuan untuk menghindari kontaminasi yang ada. Lakukan variasi *bleach* pemutih dengan konsentrasi bahan pemutih sesuai pada Tabel 1. Proses pemutihan berlangsung selama 24 jam untuk memaksimalkan kemampuan bahan kimia sebagai pembersih kemudian dilakukan pembilasan dengan air untuk membersihkan sisa bahan kimia *bleach* pemutih. Cacahan plastik yang sudah dibilas dilakukan pengeringan dengan cara diangin-anginkan atau dibiarkan dalam suhu ruang hingga kering. Masukkan cacahan plastik ke dalam mesin pembuatan biji plastik. Lakukan proses pembuatan biji plastik pada suhu 120°C . Sampel yang dihasilkan dilakukan pengujian terhadap parameter kadar air dan total logam berat Pb dengan acuan nilai standar mutu biji plastik daur ulang PET SNI 8424:2017 serta tingkat keputihan yang dihasilkan berdasarkan uji visual dengan pengisian kuisioner. Berikut ini merupakan variasi sampel pembuatan biji plastik:

Tabel 1. Variasi pemutihan sampel biji plastik

Sampel	Jenis Botol PET	Volume Air	Treatment Pemutihan	Konsentrasi (gram)
K0	V8	500 ml	-	0
1			Natrium Bikarbonat (NaHCO3)	5
2				2
3				1
4				5
5				2
6	Asam Sitrat (C6H8O7)	1		

Pengujian

Pengujian kualitas biji plastik terhadap parameter kadar air dan kandungan logam berat Pb mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 8424:2017 tentang baku mutu biji plastik PET daur ulang [1]. Sementara itu, pengujian terhadap tingkat keputihan warna dilakukan dengan uji visual menggunakan gradian warna berikut ini :



Gambar 3. Gradian pengukuran kualitas warna (sumber : peneliti)

3. Hasil

Pengujian terhadap sampel biji plastik dilakukan sebagai penilaian kualitas dan mengetahui tingkat kelebihannya untuk dipasarkan dan dilakukan pengolahan tahap lanjut. Hasil pengujian terhadap sampel pelet biji plastik yaitu sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil pengujian sampel biji plastik

Parameter	Baku Mutu	Sampel KO	Treatment Pemutihan					
			(NaHCO ₃)			(C ₆ H ₈ O ₇)		
			1	2	3	1	2	3
Warna	-	6	2	5	4	5	6	6
Kadar Air (%)	Maks. 1	0,5362	0.4095	0.4414	0.4629	0.3658	0.3774	0.3951
Total logam berat Pb (mg/kg)	Maks. 1	0.0502	0.0212	0.0153	0.0213	0.0214	0.0369	0.0315

Warna

Parameter warna merupakan variabel yang cukup mempengaruhi kualitas biji plastik. Warna biji plastik dapat meningkatkan minat dan ketertarikan terhadap orang yang melihatnya. Bahan baku yang diperoleh dari tempat pembuangan sampah akan terkontaminasi oleh bahan pengotor sehingga dapat mempengaruhi kualitas warna pada bahan maupun sampel. Berikut ini merupakan sampel pelet biji plastik hasil penelitian ini :



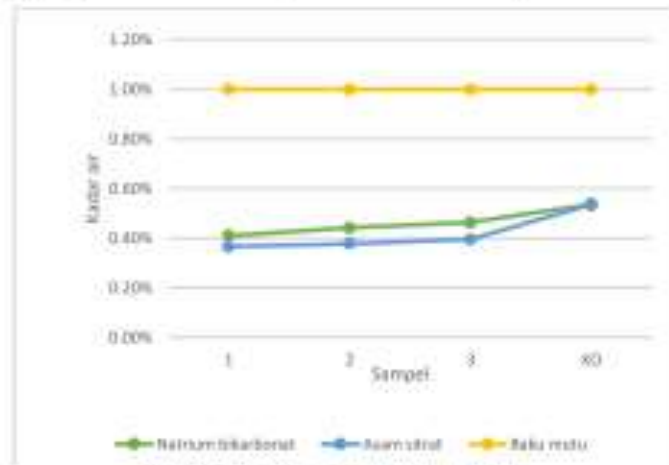
Gambar 2. Sampel biji plastik (sumber : Peneliti)

Warna pada spesimen akan dipengaruhi oleh faktor yang berbeda sehingga mempengaruhi kesan visual warna. Faktor tersebut berupa warna dasar polimer, pewarna dan kombinasinya, bahan aditif dan pengisi, suhu pelelehan, parameter proses dan derajat dispersi [2]. Berdasarkan hasil proses pemutihan diperoleh nilai keputihan warna biji plastik dengan uji visual terhadap 14 responden diperoleh data terbanyak yang memilih variasi warna terputih pada sampel 1 yaitu berada pada gradian warna nomor 2. Pengujian terhadap efektivitas pembersihan terhadap biji plastik juga dilakukan oleh Jorge Alejandro Kabbobe Malave et al., (2018) pada campuran 2% natrium bikarbonat dalam lama waktu pembersihan 30 menit dapat membersihkan biji plastik secara efektif [5]. Penurunan skala warna dapat terjadi akibat adanya oksidasi zat pengotor dalam bahan yang mampu mengubah warna asli dari bahan sehingga muncul warna baru dengan tingkat warna lebih rendah [3]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Syahrial et al, (2022) sepakat bahwa proses pembersihan dengan

larutan natrium bikarbonat 48% pada resin akrilik dapat mempengaruhi kualitas warna sehingga terjadi peningkatan warna sebanyak 2 tingkat menuju putih terang [14]. Penggunaan natrium bikarbonat dan asam sitrat sebagai bahan pembersih dan penjernih (*clarifying agent*) diperbolehkan tanpa ada batasan penggunaan [1]. Gugus OH yang dimiliki oleh asam sitrat dapat memisahkan biji plastik dikarenakan gugus OH akan menjadi bahan oksidator dalam larutan perendaman dan mengikat kontaminan pada biji plastik [8].

Kadar Air

Kadar air biji plastik akan mempengaruhi tingkat kekerasan dan kualitas dari biji plastik itu sendiri. Hasil pengujian terhadap kadar air menunjukkan adanya kenaikan kadar air pada setiap penurunan konsentrasi larutan pemutih yang digunakan dalam *treatment* pemutihan. Hal tersebut dapat dilihat dalam diagram berikut ini :

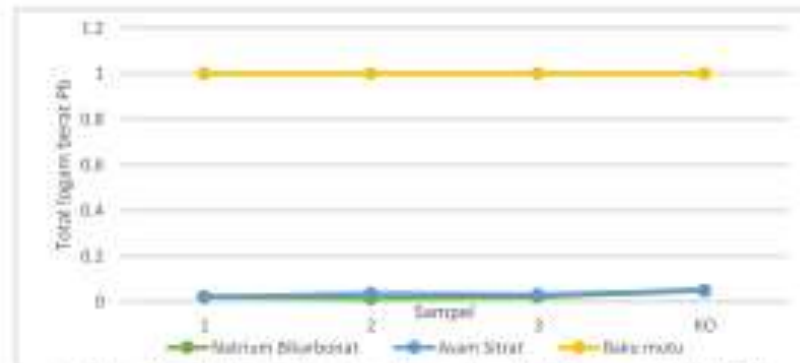


Gambar 3. Grafik nilai kadar air biji plastik

Berdasarkan uji kadar air pada Gambar 2, maka terjadi kenaikan nilai kadar air terhadap penurunan *treatment* pemutihan. Nilai kadar air seluruh sampel sudah sesuai dengan syarat baku mutu yang tercantum dalam SNI 8424:2017 yaitu maksimal 1% . Nilai kadar air terendah yaitu pada sampel 1 dengan *treatment* asam sitrat yaitu sebesar 0.37%. Sementara itu kadar air tertinggi pada sampel KO dengan nilai 0.54%. Penurunan kadar air dapat terjadi dikarenakan adanya proses perendaman dengan larutan natrium bikarbonat (NaHCO_3) dan larutan asam sitrat ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$). Dengan adanya penambahan asam sitrat maka kandungan air yang terikat dalam ikatan polimer akan terlepas. Ion pada asam sitrat dan natrium bikarbonat akan mengikat kandungan air dan melepaskan ikatannya dari gugus polimer. Suhu yang tinggi dalam proses pemanasan akan mempengaruhi penguapan air yang terkandung dalam bahan. Dalam pembuatan biji plastik ini menggunakan suhu tinggi dalam proses *pelletizing* yaitu 120°C dimana pada suhu tersebut merupakan suhu terjadinya perubahan bentuk air menjadi gas yang disebut dengan menguap. Titik didih air normal pada kondisi tekanan udara 1 atm pada umumnya terjadi pada suhu 100°C [6]. Waktu pemanasan yang digunakan akan berpengaruh terhadap penguapan air dalam bahan [12].

Logam Berat

Timbal merupakan jenis logam berat yang dapat masuk ke dalam sistem pencernaan, pernafasan dan sirkulasi darah makhluk hidup [3]. Kandungan logam berat dapat mencemari plastik dikarenakan adanya kontak langsung bahan baku terhadap benda lain yang memiliki kandungan timbal (Pb). Hasil pengukuran sampel biji plastik terhadap kandungan timbal (Pb) disajikan dalam diagram berikut :



Gambar 4. Grafik hasil uji kandungan logam berat terhadap sampel biji plastik

Berdasarkan Gambar 4, kandungan logam berat timbal (Pb) pada sampel biji plastik sudah sesuai dengan baku mutu yang tercantum dalam SNI 8424:2017 dengan batas maksimum kandungan logam berat yaitu 1 mg/kg. Kandungan logam berat timbal (Pb) terendah dihasilkan oleh sampel 2 dengan perawatan pemutihan natrium bikarbonat yaitu sebesar 0.0153 mg/kg. Kandungan tersebut mengalami penurunan dari sampel KO dengan nilai kandungan logam Pb sebesar 0.0502 mg/kg. Penurunan terhadap kandungan logam Pb dapat terjadi karena terdapat reduksi logam berat Pb oleh larutan pemutihan. Lama waktu perendaman cacahan plastik dengan asam sitrat maka semakin besar kadar logam timbal (Pb) yang direduksi. Gugus OH pada asam sitrat mampu mengikat logam. Logam Pb pada cacahan plastik akan berikatan dengan ion asam sitrat sehingga membentuk ikatan kimia yang lebih kompleks. Dengan demikian kandungan logam berat dalam bahan akan mengalami penurunan [7]. Kandungan logam berat pada plastik dapat diturunkan dikarenakan adanya zat pewarna yang pada umumnya mengandung logam berat (Pb). Secara teori terdapat 4 macam logam berat yang terkandung pada cat atau tinta cetak. Keempat logam berbahaya tersebut yaitu cadmium (Cd), timbal (Pb), raksa (Hg), dan kromium (Cr). Kandungan logam tersebut pada umumnya terdapat dalam pewarna anorganik [13]. Logam Pb pada biji plastik dapat berikatan dengan ion pada asam sitrat dan natrium bikarbonat sehingga kandungan logam berat Pb dalam biji plastik tereduksi, penurunan [7]. Kondisi penurunan kandungan logam berat pada biji plastik juga disampaikan oleh Dwiyani (2015) bahwa asam sitrat dapat menurunkan kandungan logam berat [3].

4. Kesimpulan

Penelitian ini dapat disimpulkan jika larutan asam sitrat dan natrium bikarbonat dapat mempengaruhi kualitas warna pada biji plastik. Hal tersebut ditandai dengan adanya peningkatan yang drastis terhadap nilai gradasi warna pada sampel 1 yang mendekati warna putih. Berdasarkan kedua larutan pemutihan yang dilakukan maka larutan natrium bikarbonat yang memberikan pengaruh terbaik pada biji plastik. Hal tersebut ditandai dengan penurunan terhadap parameter pengujian kadar air yang terendah pada sampel 1 yaitu 0.4095% dan nilai kandungan logam berat Pb pada biji plastik sebesar 0.0153 mg/kg pada sampel 2.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih terhadap Program Studi Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Politeknik Negeri Cilacap yang sudah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian secara bebas di laboratorium dalam proyek penelitian ini hingga selesai.

6. Konflik Kepentingan

Semua penulis tidak memiliki konflik kepentingan (*conflict of interest*) pada publikasi artikel ini.

Daftar Pustaka

- [1] Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2017). *Revisi Polietilena Tereftalat (PET) Dan Ulang* (pp. 1-12). Badan Standardisasi Nasional. www.bsn.go.id
- [2] Botos, J., Munil, N., Heidemeyer, P., Kretschmer, K., Ulmer, B., Zentgraf, T., Bastian, M., & Hochrein, T. (2014). Color measurement of plastics - From compounding via pelletizing, up to injection molding and extrusion. *AIP Conference Proceedings*, 1593(May 2014), 16-19.

- <https://doi.org/10.1063/1.4873725>
- [3] Dwiyanti, G. (2015). Bahan Kimia di Rumah Tangga. In *Penelitian Kimia FPMIPA UPI* (pp. 5-8). http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR._PEND._KIMIA/195612061983032-GEBI/DWIYANTI/BAHAN_KIMIA_DI_RUMAH_TANGGA_Rev..pdf
- [4] Fadlilah, I., Triwuri, N. A., & Prasadi, O. (2023). Biokonsentrasi Faktor Logam Berat Timbal (Pb) pada Ikan di Pantai Kemiren Cilacap, Jawa Tengah. *Jurnal Teknologi Lingkungan Laban Basah*, 11(1), 95-98. <https://doi.org/10.26418/jtlb.v11i1.59490>
- [5] Jorge Alejandro Kabbabe Malave (FR), B.-L.-R., Cavalier, K., (BE), U., Seguin, J.-Y., Aux, R., & (FR), S. (2018). *Cleaning Agent For Cleaning Polymer Processing Equipment. Method For Producing It And Its Use* (Patent No. US 2018 / 0119054 A1).
- [6] Khandila, A., Wilastari, S., & Saleh, A. (2019). Menjaga Kestabilan Suhu Ruang Evaporator Berdampak Pada Hasil Produksi Air Tawar Fresh Water Generator. *Jurnal Sains Dan Teknologi Maritim*, 19(2), 111-120. <https://doi.org/10.33556/jstm.v19i2.200>
- [7] Mahardhika, R., Riyadi, P. H., & Fihmi, A. S. (2016). Pengaruh Lama Waktu Perendaman Kerang Hijau (*Perna viridis*) Menggunakan Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum*) Terhadap Penurunan Kadar Logam Timbal (Pb). *Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi*, 5(4), 43-49. <http://www.ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/iphp>
- [8] Nurhaeni, N., Symond, D., & Ristiono, B. (2017). Perbandingan Efektivitas Buah Stroberi (*Fragaria x ananassa*) Dengan Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Sebagai Bahan Alami Pemutih Gigi Secara *In Vitro*. *Asdaka Dental Journal*, 3(2), 120-126. <https://doi.org/10.25077/adj.v5i2.79>
- [9] Nuryati, N., Ningsih, Y., Huzairi, H., & Irawan, C. (2021). Karakterisasi Fisik Komposit Plastik Polyethylene Terephthalate (PET) Berbasis Serat Alam Daun Pandan Laut (*Pandanus tectorius*) dan Aplikasinya sebagai Bahan Baku Casing pada Produk Elektronik. *Buletin Profesi Insinyur*, 4(2), 58-61. <https://doi.org/10.20527/bpi.v4i2.101>
- [10] Rahmawati, M., Astindita, & Kurnia, A. (2019). Indonesia Darurat Limbah Plastik : Merubah Limbah Botol Plastik Menjadi Kursi Multifungsi Di Kelurahan Sawah Baru, Ciputat, Tangerang Selatan. In *E-ISSN:2714-6286*. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semasakat>
- [11] Sesthi, D. (2016). Plastik Sebagai Kemasan Makanan Dan Minuman. *Bagian Patologi Klinik PSPD FK UNLID*, April, 1-9.
- [12] Sei Rahayu, T. E. P., Dwityaningih, R., & Ulukseyani, U. (2022). Pengaruh Waktu Karbonisasi Terhadap Kadar Air dan Abu Serta Kemampuan Adsorpsi Arang Tempurung Nipah Terhadap Asam Klorida. *Infotekmesia*, 13(1), 124-130. <https://doi.org/10.35970/infotekmesia.v13i1.1027>
- [13] Supeni, G., & Syamsuddin, S. (2016). Pengaruh Logam Berat Berbahaya Terhadap Kualitas Kemasan Plastik (pp. 1-9). *Buletin Penelitian*.
- [14] Syahril, Sofya, P. A., & Sulma, A. T. (2022). The effect of denture cleanser 48% sodium bicarbonate on surface roughness changes of heat-cured acrylic resin. *Journal of Syiah Kuala Dentistry Society*, 5(1), 19-22. <https://doi.org/10.24815/jds.v5i1.18424>
- [15] Victoria, A. V. (2017). Kontaminasi Mikroplastik di Perairan Tawar. *Teknik Kimia ITB*, January, 1-10. https://www.researchgate.net/publication/312159424_Kontaminasi_Mikroplastik_di_Perairan_Tawar

BIODATA PENULIS



Nama : Sufi Ainun Nisa
Tempat, Tanggal Lahir : Purworejo, 10 Februari 2001
Alamat : Rt 01/Rw 08, Desa Tanggeran, Kecamatan
Tonjong, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah.
Email : sufiainunn@gmail.com
Nomor Telepon/HP : 085229466345

RIWAYAT PENDIDIKAN :

1. SD Negeri Tanggeran 02 2007 – 2013
2. SMP Negeri 1 Tonjong 2013 – 2016
3. SMA Negeri 1 Bumiayu 2016 – 2019
4. Politeknik Negeri Cilacap 2019 – 2023

Penulis telah mengikuti seminar hasil Tugas Akhir pada tanggal 02 Agustus 2023 sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan (S.Tr.).