

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Penelitian Terdahulu

Acuan penelitian dikombinasikan dari beberapa penelitian terdahulu guna memaksimalkan hasil dari penelitian yang dilakukan. Penelitian yang dilakukan oleh Fachry *et al.*, (2013) adalah melakukan pengolahan senyawa kurkumin pada kunyit untuk dijadikan zat warna (pigmen) serta penambahan perekat kapur tohor dan tepung tapioka sebagai bahan adhesif dalam pembuatan cat minyak. Penelitian tersebut mendapatkan hasil pigmen cat alami yang diperoleh dari ekstraksi tanaman kunyit serta formulasi cat yang baik pada konsentrasi perekat (tepung tapioka 1 : 3 kapur tohor) dengan konsentrasi 80% pada ekstrak tanaman kunyit.

Pramesti *et al.*, (2018) melakukan penelitian terhadap penetapan penggunaan *thinner* atau NaOH sebagai pelarut cat. Penetapan tersebut dilakukan menggunakan metode kuesioner dengan masyarakat dan hasil kuesioner tersebut akan diolah menggunakan aplikasi ANP (*Analytic Network Process*). Penelitian tersebut didapatkan hasil penetapan tertinggi pada pelarut NaOH.

Penelitian yang dilakukan oleh Ratnawati & Yoshi (2018) meneliti pengaruh waktu dan kecepatan pengadukan terhadap karakteristik cat berwarna putih (*white colorant*) dari titanium dioksida. Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut adalah waktu dan kecepatan pengadukan mempengaruhi kehalusan, viskositas, serta spesifikasi warna *white colorant* dari titanium dioksida dan didapatkan hasil terbaik menggunakan kecepatan pengadukan 1200 rpm selama 15 menit.

Suryadhiyanto (2018) melakukan analisis pengaruh jumlah dan kemiringan sudu pada *mixer* poros vertical yang digunakan untuk mengolah cat tembok. Hasil penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa semakin besar sudut kemiringan sudu, maka *stretching* dan *folding* cenderung semakin besar.

Penelitian yang dilakukan oleh Citra (2020) adalah melakukan kajian *Life Cycle Assessment* (LCA) terhadap pemanfaatan *paint sludge* yang dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan bata beton. Hasil pada penelitian tersebut didapatkan hasil ekotoksitas tertinggi pada komposisi bata beton dengan *paint sludge* 5% yaitu 0,0055.

Berikut merupakan ringkasan dari penelitian terdahulu yang disajikan dalam **Tabel 2.1.**

Tabel 2.1. Ringkasan Penelitian Terdahulu

No	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
1.	Fachry <i>et al.</i> , (2013)	Mengolah senyawa kurkumin pada kunyit untuk dijadikan zat warna (pigmen) serta penambahan perekat kapur tohor dan tepung tapioka sebagai bahan adhesif dalam pembuatan cat	a. Pigmen cat berbahan dasar alami dari proses ekstraksi tanaman kunyit yang dijadikan etanol b. Formulasi cat yang baik pada konsentrasi perekat tepung tapioka 1 : 3 kapur tohor dengan konsentrasi etanol 80%	Peneliti sebelumnya menggunakan pigmen dan bahan adhesif dalam pembuatan cat
2.	Pramesti <i>et al.</i> , (2018)	Menetapkan penggunaan <i>thinner</i> dan	Nilai prioritas NaOH lebih tinggi yaitu	Tujuan penelitian, metode

		NaOH sebagai pelarut cat	0.67617 atau 67.6% dibandingkan dengan nilai prioritas <i>thinner</i> yaitu sebesar 0.392383 atau 39.3%. Jadi NaOH merupakan alternatif cairan untuk mengganti <i>thinner</i> sebagai pelarut	penelitian, bahan yang digunakan
3.	Ratnawati & Yoshi (2018)	Pengaruh waktu dan kecepatan pengadukan terhadap karakteristik cat berwarna putih (<i>white colorant</i>) dari titanium dioksida	Waktu dan kecepatan pengadukan mempengaruhi kehalusan, viskositas, serta spesifikasi warna <i>white colorant</i> dari titanium dioksida dan didapatkan hasil terbaik menggunakan kecepatan pengadukan 1200 rpm selama 15 menit	Kecepatan dan lama pengadukan yang digunakan, bahan baku yang digunakan

4.	Suryadhiyanto (2018)	Menganalisis pengaruh jumlah dan kemiringan sudu pada <i>mixer</i> poros vertikal yang digunakan untuk mengolah cat tembok	a. Semakin besar sudut kemiringan sudu maka <i>stretching</i> cenderung semakin besar. b. Semakin besar sudut kemiringan sudu maka <i>folding</i> cenderung semakin besar	Tujuan penelitian, perbedaan jumlah sudu
5.	Citra (2020)	Kajian <i>Life Cycle Assessment</i> (LCA) terhadap pemanfaatan <i>paint sludge</i> menggunakan metode solidifikasi yang difungsikan sebagai bahan baku pembuatan bata beton dengan variasi campuran <i>paint sludge</i> 0, 1, 2, 3, 4, dan 5 % berat	Hasil ekotoksisitas tanah dalam satuan 1,4 kg DBeq yaitu: <i>paint sludge</i> 0,1376; bata beton dengan <i>paint sludge</i> 1% 0,0011; bata beton dengan <i>paint sludge</i> 2% 0,0022; bata beton dengan <i>paint sludge</i> 3% 0,0033; bata beton dengan <i>paint sludge</i> 4% 0,0044; bata	Tujuan penelitian, metode penelitian, bahan yang digunakan

			beton dengan <i>paint sludge</i> 5% 0,0055	
--	--	--	--	--

2.2 Teori-Teori yang Relevan

2.2.1 *Paint Sludge*

Paint sludge merupakan bentuk utama dari limbah yang dihasilkan dalam proses pengecatan pada industri manufaktur. *Paint sludge* dihasilkan dari proses *painting* atau proses semprot cat yang tidak menempel dengan obyek pada saat dilakukan penyemprotan. *Paint sludge* memiliki komposisi logam berat yang kompleks seperti Pb, Cd, Zn, Cu, dan Cr (Wardhana *et al.*, 2011). Kandungan logam berat seperti timbal (Pb) dan kadmium (Cd) yang terakumulasi dalam tubuh manusia dapat menyebabkan gangguan ginjal, gangguan sistem reproduksi, dan gangguan sistem syaraf bila kandungan logam berat tersebut terkandung dalam makanan yang dikonsumsi oleh manusia. Kandungan chromium (Cr) yang terakumulasi dalam tubuh manusia dapat menyebabkan kanker paru-paru bila kandungan chromium (Cr) masuk melalui sistem pernapasan manusia (Sudarmaji, 2006). Logam berat juga dapat mempengaruhi penyakit kronis bagi manusia, yaitu gangguan sistem saraf, kerusakan ginjal, gangguan fungsi otak, kerusakan DNA dan kromosom, bahkan kematian (Agustina, 2014).

Dalam Peraturan Pemerintah (PP) No. 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, *paint sludge* memiliki kode limbah A325 dengan nilai kategori bahaya 1 (satu). Pencantuman kode limbah dan kategori bahaya *paint sludge* dalam peraturan tersebut menjelaskan bahwa karakteristik limbah B3 memiliki dampak akut dan langsung terhadap manusia serta lingkungan hidup.



Gambar 2.1. *Paint Sludge*

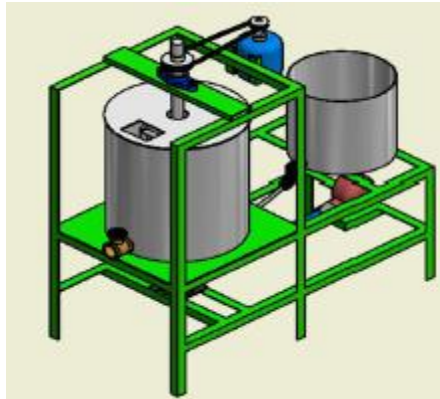
2.2.2 Proses *Mixing*

Proses *mixing* merupakan suatu aktivitas operasi pencampuran dua atau lebih zat agar diperoleh hasil campuran yang homogen (Wibowo *et al.*, 2020). Pencampuran dapat terjadi dengan cara menimbulkan gerak di dalam bahan yang menyebabkan bagian-bagian bahan saling bergerak satu terhadap yang lainnya. Dalam proses *mixing* dibutuhkan pengaduk dalam tangki yang difungsikan sebagai pompa dan akan menghasilkan laju volumetrik tertentu pada tiap kecepatan putaran. Pencampuran di dalam tangki pengaduk terjadi karena adanya gerak rotasi dari pengaduk dalam fluida. Gerak pengaduk memotong fluida dan menimbulkan arus yang bergerak ke keseluruhan sistem fluida tersebut (Putra, 2017). Kecepatan pengaduk juga mempengaruhi viskositas terhadap bahan yang diolah (Ratnawati & Yoshi, 2018).

2.2.3 Mixer Poros Vertikal

Proses pencampuran bahan pada *mixer* poros vertikal merupakan unit operasi yang banyak dilakukan untuk proses produk-produk kimiawi, obat-obatan, pengolahan cat dan kertas, pengolahan makanan dan pengelolaan air serta aktivitas di pertambangan. Proses pencampuran pada *mixer* ini dilakukan saat kondisi *steady* dengan pengaduk pada putaran konstan dan diposisikan di garis tengah sumbu tangkai. Aliran fluida pada tangki *mixer* dipicu dengan sebuah dinamo penggerak yang memutar pengaduk di dalam tangki. Aliran fluida dapat terjadi dalam bentuk aliran seragam, radial, atau aksial. Struktur mekanik tangki pengaduk menentukan faktor pemilihan sudu pengaduk dan

bentuk tangki. Pemilihan tangki, sudu, serta posisinya dalam tangki pencampuran dapat meningkatkan unjuk kerja pencampuran bahan tersebut (Suryadhiyanto *et al.*, 2018).



Gambar 2.2. Mixer Poros Vertikal (Sumber: Nalendra dkk, 2020)

2.2.4 Homogenisasi

Homogenisasi adalah proses pengecilan ukuran partikel dari fase terdispersi sekaligus mendistribusikan secara seragam ke dalam fase kontinyu. Karakteristik dari suatu formula dan kondisi homogenisasi memiliki efek yang sangat besar terhadap karakteristik produk akhir yang dihasilkan (Weiss, 2008). Parameter homogenisasi adalah formula bahan, lamanya waktu homogenisasi, kecepatan putar pengaduk (*homogenizer*), dan volume bahan yang dihomogenisasi (McClements, 1999).

Proses homogenisasi terjadi pada proses *mixing* antara *paint sludge* dengan pelarut *thinner*, soda api, dan kalium hidroksida, kemudian terjadi tumbukan antar molekul-molekul reaktan sehingga mengalami reaksi. Proses homogenisasi antara *paint sludge* dengan pelarut-pelarut tersebut sudah dapat dikategorikan sebagai produk jadi. Karakteristik viskositas tinggi yang dimiliki *paint sludge* akan diperkecil dengan molekul yang dimiliki oleh pelarut.

2.2.5 Kalium Hidroksida (KOH)

Kalium hidroksida (KOH) adalah senyawa alkali yang larut dalam air dan bersifat basa kuat. Kalium hidroksida (KOH) mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan senyawa lainnya. Sisa senyawa kalium hidroksida (KOH) dapat dinetralkan dengan asam fosfat menjadi pupuk (K_3PO_4) sehingga proses produksi cat minyak dengan kalium hidroksida (KOH) tidak menghasilkan limbah cair yang berbahaya bagi lingkungan (Wanri, 2014).



Gambar 2.3. Kalium Hidroksida (*Sumber: Wanri, 2014*)

Berikut merupakan karakteristik kalium hidroksida (KOH) yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Karakteristik Kalium Hidroksida

Sifat	
Rumus molekul	KOH
Massa molar	56,11 g/mol
Penampilan	Padat putih, lembab cair
Densitas	2,12 g/cm ³ , padat
Titik lebur	406°C
Titik didih	1320°C
Kelarutan dalam air	1100 g/100 ml (25°C)
Kebasaan (pKb)	0

(*Sumber: Wanri, 2014*)

2.2.6 Soda Api

Soda api atau natrium hidroksida (NaOH) dapat terbentuk dari oksida basa. Soda api atau natrium hidroksida (NaOH) merupakan basa dan alkali yang bersifat korosif dan mampu menguraikan protein pada suhu lingkungan biasa. Soda api dapat dilarutkan dalam air dan membentuk alkali yang kuat dan mudah menyerap kelembaban air serta karbon dioksida dari udara. Soda api atau natrium hidroksida (NaOH) biasa digunakan dalam berbagai bidang industri seperti produksi bubur kayu, industri semen, industri cat, dan lain-lain (Purba & Samiran, 2020). Soda api dijual dalam bentuk kristal maupun cair.



(a)



(b)

Gambar 2.4. (Soda Api Bentuk Padat, (b) Soda Api Bentuk Cair (*Sumber: Purba & Samiran, 2020*))

Berikut merupakan karakteristik soda api (NaOH) yang dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Karakteristik Soda Api

Sifat	
Rumus molekul	NaOH
Massa molar	40 g/mol
Penampilan	Berbentuk kristal berwarna putihh
Densitas	2,533 g/cm ³
Titik lebur	318,4°C
Titik didih	1390°C
Kelarutan dalam air	42 g/100 g H ₂ O (0°C)

(*Sumber: Sasongko & Muhammad, 2020*)

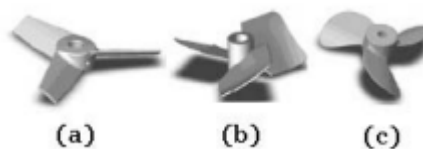
2.2.7 Jenis Pengaduk

Profil aliran dan derajat turbulensi merupakan aspek penting yang mempengaruhi kualitas pencampuran. Rancangan pengaduk sangat dipengaruhi oleh jenis aliran, laminar atau turbulen. Pencampuran yang baik akan diperoleh bila diperhatikan bentuk dan dimensi pengaduk yang digunakan, karena akan mempengaruhi keefektifan proses pencampuran. Berikut merupakan jenis-jenis pengaduk menurut Putra (2017):

a. Pengaduk Jenis Baling-Baling (*Propeller*)

Kelompok ini biasa digunakan untuk kecepatan pengadukan tinggi dengan arah aliran aksial. Pengaduk ini dapat digunakan untuk cairan yang memiliki viskositas rendah dan tidak bergantung pada ukuran serta bentuk tangki. Kapasitas sirkulasi yang dihasilkan besar dan sensitif terhadap beban *head*. Dalam perancangan *propeller*, luas sudu biasanya digunakan dalam perbandingan luas area yang terbentuk dengan luas daerah. Ada beberapa jenis pengaduk yang biasa digunakan, yaitu:

- a) *Marine propeller*
- b) *Hydrofoil propeller*
- c) *High flow propeller*



Gambar 2.5. Pengaduk Jenis Baling-Baling (*Propeller*) (Sumber: Putra, 2017)

b. Pengaduk Jenis Dayung (*Paddle*)

Pengaduk jenis ini sering memegang peranan penting pada proses pencampuran dalam industri. Bentuk pengaduk ini memiliki minimum 2 sudu, horizontal atau vertikal. *Paddle* digunakan pada aliran fluida laminar, transisi atau turbulen tanpa *baffle*.

Pengaduk *paddle* menimbulkan aliran arah radial serta tangensial dan hampir tanpa gerak vertikal sama sekali. Arus yang bergerak ke arah horizontal setelah

mencapai dinding akan dibelokkan ke atas atau ke bawah. Bila digunakan pada kecepatan tinggi akan terjadi pusaran saja tanpa terjadi agitasi.

Dayung datar berdaun dua atau empat biasa digunakan dalam sebuah proses pengadukan. Panjang total dari pengadukan dayung biasanya 60-80% dari diameter tangki dan lebar dari daunnya 1/6-1/10 dari panjangnya.



Gambar 2.6. Pengaduk Jenis Dayung (*Paddle*) (*Sumber: Putra, 2017*)

c. Pengaduk Jenis Turbin (*Turbine*)

Pengaduk turbin adalah pengaduk dayung yang memiliki banyak daun pengaduk dan berukuran lebih pendek, digunakan pada kecepatan tinggi untuk cairan dengan rentang kekentalan yang sangat luas. Diameter dari sebuah turbin biasanya antara 30-50% dari diameter tangki. Turbin biasanya memiliki empat atau enam daun pengaduk.



Gambar 2.7. Pengaduk Jenis Turbin (*Turbine*) (*Sumber: Putra, 2017*)

2.2.8 Densitas Cat Minyak

Densitas (g/cm^3) merupakan kerapatan atau massa jenis perbandingan massa terhadap volume zat dimana (g) adalah massa zat dan (cm^3) adalah volume zat. Peristiwa densitas dapat dianalogikan pada benda yang dicelupkan ke dalam air, maka ada tiga kemungkinan yang akan dialami pada benda tersebut, yaitu tenggelam, melayang, dan mengapung. Benda dapat dikatakan terapung bila sebagian benda tercelup ke dalam air dan sebagiannya lagi muncul di udara dan keadaan benda terapung ini karena massa jenis benda lebih kecil dari massa jenis zat cair (Pertiwi *et al.*, 2015).

Densitas cat ditentukan oleh komponen penyusun yang ada di dalam cat, yaitu resin polimer, pigmen, dan binder, bahan adhesi, serta bahan pelarut yang dapat menambah densitas cat. Dalam mengatur densitas cat digunakan bahan pelarut atau pengencer (Effendy & Darsono, 2017).

2.2.9 Kehalusan Cat Minyak

Kehalusan cat (μm) merupakan indeks yang dipakai mengetahui butir-butir agregat pada pembuatan cat minyak. Butir-butir agregat pada proses pembuatan cat minyak merupakan ukuran partikel pigmen yang difungsikan sebagai proses dispersi atau pemecahan partikel pada saat dilakukan pembuatan cat minyak. Proses dispersi yang tidak sempurna akan menyebabkan penggumpalan dan permukaan yang dilapisi cat tidak rata (Lusiana & Cahyanto, 2014). Selain penggunaan pigmen, kehalusan cat minyak juga ditentukan oleh faktor kecepatan pengadukan dan lama pengadukan (Ratnawati & Yoshi, 2018).

2.2.10 Waktu Pengeringan Cat Minyak

Waktu pengeringan merupakan tahapan operasi mengenai perpindahan panas dan massa secara transien dengan menggunakan parameter waktu melalui laju proses seperti transformasi fisik dan kimia yang menyebabkan perubahan mutu hasil maupun mekanisme perpindahan panas dan massa. Pengeringan ini merupakan proses perpindahan panas dari permukaan benda dan didefinisikan untuk pengurangan kadar air pada permukaan suatu benda (Rahayuningtyas & Kuala, 2016).

Waktu pengeringan yang digunakan sebagai parameter pembuatan produk cat minyak wajib dilakukan penambahan bahan adhesif sebagai bahan perekat cat terhadap permukaan media pengecatan dan penggunaan pelarut yang tidak memiliki sifat higroskopis agar cat minyak tidak menyerap kadar air dari udara luar dan lebih cepat mengering (Wibowo, 2014).

2.3 Hipotesis

Adapun dugaan sementara yang akan disajikan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Kinerja alat *mixer* yang dirancang mampu memproduksi cat minyak berbahan dasar *paint sludge*.
2. Kecepatan pengadukan dan variasi campuran *paint sludge* dengan pelarut *thinner* : soda api : kalium hidroksida dapat mempengaruhi hasil densitas, kehalusan, dan waktu pengeringan cat minyak sesuai dengan syarat mutu cat dasar SNI 8882:2020.
3. Hasil pengujian densitas dan kehalusan cat minyak tidak sesuai dengan SNI 8882:2020.