

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hasil Penelitian Terdahulu

Suatu kegiatan perbandingan penelitian atau riset yang akan dilakukan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti lain. Penelitian terdahulu bertujuan untuk mencari persamaan dan perbedaan dari sebuah penelitian sebelumnya dan untuk menghindari penelitian yang serupa (Ronald, 2020). Berikut beberapa hasil penelitian yang sudah dilakukan dan penelitian ini berkaitan dengan studi atau penelitian yang akan dilaksanakan:

1. Hasil Penelitian Jalu Priyo Utomo (2017)

Studi berjudul "Penurunan Kadar BOD pada Limbah Cair Tahu menggunakan *Rotating Biological Contactor* (RBC) di Kelurahan Banjarejo Kota Madiun" dilakukan dengan metode kuantitatif menggunakan jenis penelitian eksperimen. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan berapa lama waktu kontak yang dibutuhkan untuk menggunakan RBC untuk mengurangi kadar BOD dalam limbah cair tahu. Menurut penelitian ini, tingkat BOD menurun sebesar 2,4861% setelah 6 jam kontak, 35,5213% setelah 12 jam kontak dan 75,9214% setelah 24 jam kontak.

2. Hasil Penelitian Nurma Dwi Handayani (2018)

Riset ini berjudul "Tingkat Efektivitas Waktu Proses RBC (*Rotating Biological Contactor*) dalam Menurunkan Kadar BOD Limbah Cair Laundry". Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen dengan metode *Quasi Experiment* (eksperimen semu) dengan rancangan rangkaian waktu (*time series design*). Mencari tahu seberapa baik proses RBC menurunkan kadar BOD dalam waktu kontak 12 jam, 24 jam dan 48 jam adalah tujuan dari penelitian ini. Hasil menunjukkan bahwa proses RBC dengan waktu kontak 12 dapat menurunkan kadar BOD sebesar 17,08%, waktu kontak 24 jam menurunkan kadar BOD sebesar 26,67% dan waktu kontak 48 jam menurunkan kadar BOD sebesar 53,03%. Kita dapat menyimpulkan bahwa fungsi mikroba dalam pengolahan limbah cair dapat

menyebabkan penurunan kadungan BOD dengan waktu kontak yang lebih lama antara limbah dan RBC.

3. Hasil Penelitian Jojo Septiandinata (2018)

Penelitian yang dilakukan Jojo Septiandinata berjudul “Analisis Penurunan Konsentrasi Limbah Cair Industri Tahu menggunakan *Rotating Biological Contactor*”. Eksperimen deskriptif adalah jenis penelitian yang dilakukan. Penelitian ini berusaha untuk memastikan apakah mengolah limbah cair dari industri tahu menggunakan *Rotating Biological Contactor* (RBC) dapat menurunkan kadar BOD, COD, TSS Minyak dan lemak setelah 6,12 dan 18 jam. Selain itu, untuk mengetahui apakah waktu detensi berpengaruh pada seberapa efektif pengolahan limbah cair dengan RBC dapat menurunkan konsentrasi BOD, COD, TSS, Minyak dan Lemak. Hasil penelitian ini adalah pada waktu 6 jam, 12 jam, 18 jam dapat menurunkan kadar BOD 8%, 40%, 69%, COD 11%, 47%, 72%, TSS 92%, 96%, 98% serta minyak dan lemak 63%, 79%, 85%. Dari hasil tersebut, waktu detensi 18 jam dapat menurunkan kadar BOD, COD, TSS dan minyak dan lemak lebih besar di bandingkan waktu detensi 6 jam dan 12 jam.

4. Hasil Penelitian Nurdwi Sartika, Monik Kasman, Anggrika Riyanti (2019)

Penelitian yang dilakukan Nurdwi Sartika, Monik Kasman, Anggrika Riyanti berjudul “Analisis Penurunan Parameter Limbah Cair *Laundry* Menggunakan *Rotating Biological Contactor* (RBC)”. Jenis penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengolahan biologi dengan RBC dapat mengurangi parameter pencemar pada limbah *laundry*. Penelitian ini menemukan bahwa dengan waktu detensi optimum 15 hari pengolahan limbah cair *laundry*, dapat mengurangi konsentrasi polutan seperti BOD 88%, COD 58%, Total Fosfat 88%, dan MBAS 96%.

Tabel II.1 Hasil Penelitian Terdahulu
(Sumber Jurnal dan Hasil Penelitian)

Pengarang	Judul	Jenis Penelitian	Variabel	Hasil	Persamaan	Perbedaan
Jalu Priyo Utomo, 2017	Penurunan Kadar BOD pada Limbah Cair Tahu menggunakan Rotating Biological Contactor (RBC) di Kelurahan Banjarejo Kota Madiun	Kuantitatif Eksperimen	<u>Variable Bebas</u> : Penurunan kadar BOD <u>Variable Terikat</u> : Tangka Reaktor Biofilter (RBC) <u>Variable Penganggu</u> : pH dan suhu air limbah	Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan kadar BOD dengan waktu kontak paling rendah yaitu 6 jam, dapat menurunkan kadar BOD sebesar 2,4861%. Sedangkan dengan kontak waktu paling lama yaitu 24 jam dapat menurunkan kadar BOD sebesar 75,9215%	Persamaan dalam penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian terdahulu yaitu pengolahan limbah cair tahu menggunakan <i>Rotating Biological Contactor</i> (RBC)	Perbedaan penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian terdahulu terletak pada waktu kontak yang akan digunakan dalam pengolahan limbah cair dengan <i>Rotating Biological Contactor</i> (RBC).
Nurma Dwi Handayani, 2018	Tingkat Efektifitas Waktu Proses RBC (Rotating Biological Contactor)	Eksperimen dengan metode <i>Quasi Experiment</i> (ekperimen semu)	<u>Variabel Bebas</u> : RBC (<i>Rotating Biological Contactor</i>) <u>Variable Terikat</u> :	Hasil penelitian pengolahan limbah menggunakan RBC menunjukkan penurunan sebesar	Persamaan dalam penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian terdahulu yaitu pengolahan limbah	Perbedaan penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian terdahulu terletak pada limbah cair yang digunakan,

	dalam menurunkan kadar BOD Limbah Cair Laundry		Penurunan kadar BOD, pH, suhu, bau dan warna pada limbah cair laundry dengan menggunakan RBC	17,08% dalam 12 jam, 26,67% dalam 24 jam dan 53,05% dalam 48 jam.	cair menggunakan <i>Rotating Biological Contactor</i> (RBC)	waktu kontak yang digunakan, dalam pengolahan limbah cair dengan <i>Rotating Biological Contactor</i> (RBC) dan pada penelitian terdahulu menambahkan mol dalam pengolahan limbah cair dengan RBC.
Jojo Septiandinata, 2018	Analisis Penurunan Konsentrasi Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan <i>Rotating Biological Contactor</i>	Eksperimen Deskriptif	<u>Variabel Bebas :</u> Waktu detensi 18 jam <u>Variabel Terikat :</u> Yang diukur yaitu BOD, COD, TSS, Ph, Minyak dan Lemak dari efluen (buangan) proses industry tahu dan outlet <i>Rotating Biological Contactor</i> (hasil pengolahan)	Hasil penelitian pengoahan limbah cair industry tahu menggunakan RBC media ijuk dengan waktu kontak 18 jam dapat menurunkan konsentrasi polutas pencemar dengan seperti BOD 69%, COD 72%, TSS 98% dan Minyak dan lemak 85%.	Persamaan dalam penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian terdahulu yaitu pengolahan limbah cair tahu menggunakan <i>Rotating Biological Contactor</i> (RBC)	Perbedaan penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian terdahulu terletak pada waktu kontak yang digunakan serta parameter kimia yang akan di ukur dalam pengolahan limbah cair dengan <i>Rotating Biological Contactor</i> (RBC) dimana penelitian yang akan dilakukan hanya menggunakan satu parameter saja yaitu BOD.

Nurdwi Sartika, Monik Kasman, Anggrika Riyanti, 2019	Analisis Penurunan Parameter Limbah Cair Laundry Menggunakan Rotating Biological Contactor (RBC)	Eksperimen	<u>Variabel Bebas :</u> Dengan masa detensi ideal 15 hari, hasil penelitian tentang pengolahan limbah cair usaha laundry dengan media RBC hari ke-1, ke-3, ke-5, ke-7, ke-9, ke-11 ke-13 dan ke-15. <u>Variable Terikat :</u> Persentase penurunan konsentrasi polutan BOD, COD, TSS, Total Fosfat, MBAS dan pH	Dengan masa detensi ideal 15 hari, hasil penelitian tentang pengolahan limbah cair laundry yang menggunakan RBC media ijuk dapat menurunkan kadar BOD 88%, COD 87%, TSS 87%, Total Fosfat 88% dan MBAS 96%.	Persamaan dalam penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian terdahulu yaitu pengolahan limbah cair menggunakan <i>Rotating Biological Contactor</i> (RBC)	Perbedaan penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian terdahulu terletak pada limbah cair yang digunakan, waktu kontak yang digunakan dan parameter kimia yang akan di ukur dalam pengolahan limbah cair dengan <i>Rotating Biological Contactor</i> (RBC) dimana penelitian yang akan dilakukan hanya menggunakan satu parameter saja yaitu BOD.
--	--	------------	--	---	--	--

B. Landasan Teori

1. Definisi Limbah Cair

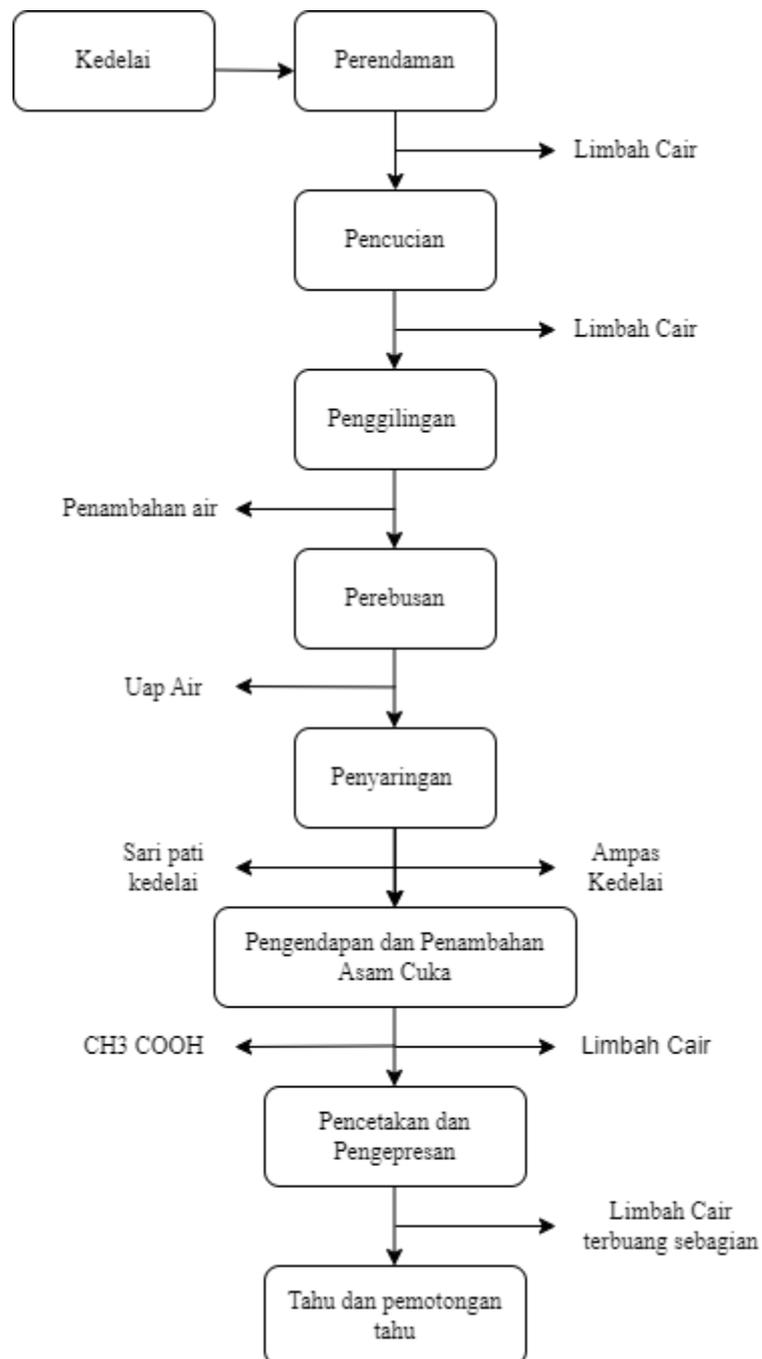
Hasil dari suatu proses adalah limbah. Limbah didefinisikan sebagai buangan yang dihasilkan selama produksi yang dianggap tidak diinginkan atau tidak terduga oleh lingkungan karena kurangnya nilai ekonomi. (Faizah et al., 2022). Limbah padat dan limbah cair adalah dua kategori limbah. Air sisa proses produksi disebut sebagai limbah cair. Air sisa yang dimaksudkan adalah air yang memang sengaja dibuang dan sudah tidak dapat dipergunakan kembali. Air sisa pada umumnya berasal dari kegiatan rumah tangga seperti air sisa kegiatan mencuci baju, mencuci alat makan, mandi atau sisa lainnya yang berwujud cair. Selain itu, air sisa atau limbah cair juga bisa berasal dari kegiatan industri baik industri besar maupun *home industry* dan bisa juga air sisa berasal dari tempat umum lainnya. Dalam Air sisa atau air limbah umumnya terkandung bahan yang berbahaya bagi makhluk hidup, dapat mengganggu kesehatan manusia dan berbahaya bagi lingkungan hidup yang ada disekitar.

Air sisa yang tidak dapat digunakan disebut sebagai limbah cair. Benda berbentuk cair itu berasal dari beberapa sumber yang di dalamnya banyak terkandung zat pencemar atau pencemar seperti senyawa organik dan anorganik. Mengingat kategori limbah lainnya, limbah cair sangat melimpah. Limbah cair memiliki jenis kontaminan yang bermacam-macam. Diharapkan bahwa kriteria kualitas yang masih dapat digunakan akan sering berubah dan disesuaikan untuk memenuhi tuntutan spesifik, terutama untuk aplikasi yang melibatkan air minum, irigasi atau air proses yang dipakai untuk kebutuhan air tertentu. Tetapi secara umum dapat mengambil kesimpulan bahwa air perlu memenuhi semua persyaratan seperti bebas dari bahan pencemar berbahaya atau paling tidak, tidak terdapat bahan pencemar yang tidak diinginkan dengan nilai baku mutu atau batas minimum dapat memenuhi nilai baku mutu yang telah ditentukan dalam Perundangan (Martini et al., 2020).

Limbah cair banyak mengandung bahan pencemar yang bisa mengganggu ekosistem yang ada di perairan. Selain itu limbah cair juga bisa menurunkan kualitas air. Hal ini dapat membahayakan ekosistem dan semua makhluk hidup jika dibiarkan tidak diolah dan limbah dialirkan ke lingkungan secara langsung.

2. Limbah Cair Industri Tahu

Industri tahu adalah industri yang sedang berkembang dan pesat saat ini. Pada umumnya industri tahu hanya berskala kecil. Industri tahu melakukan proses pengolahan tahu, yang dapat menghasilkan limbah. Limbah hasil pengolahan tahu dapat berupa limbah padat maupun limbah cair. Namun, yang banyak terbuang dari pengolahan tahu adalah limbah cair (Pagoray et al., 2021). Limbah cair hasil proses pembuatan tahu biasanya berasal dari perendaman, pencucian kedelai, penyaringan, penambahan asam cuka dan pencetakan tahu (Widarsih et al., 2023).



Gambar II.1 Limbah Cair Tahu dari Proses Pembuatan Tahu (Febriyanti & Afri, 2023)

Menurut Mika, 2013, mayoritas limbah yang dihasilkan oleh industri tahu berasal dari susu tahu, yang mencakup bahan organik termasuk protein, karbohidrat dan lemak tetapi tidak menggumpal menjadi tahu. limbah cair terdiri dari padatan tersuspensi dan mengendap, seperti potongan tahu yang

terlepas selama pemrosesan, selain bahan terlarut. Hal ini dikarenakan limbah padat produksi tahu masih dapat digunakan sebagai pakan ternak, berbeda dengan limbah cair yang menimbulkan bau tidak sedap jika tidak diolah, dan dapat berdampak ke lingkungan apabila langsung dibuang ke lingkungan seperti ke badan air yang bisa mencemari badan air tersebut. Selain itu, apabila limbah cair dari pembuatan tahu dibuang ke badan air tanpa pengolahan maka dapat berbahaya untuk kesehatan manusia, dapat merusak ekosistem yang ada di perairan (Rolia & Amran, 2015).

Limbah cair tahu mempunyai karakteristik dapat dipengaruhi oleh metode yang digunakan dalam proses produksi tahu. Langkah dalam memproduksi tahu terdiri dari penambahan asam asetat (CH_2COOH) dan kalsium sulfat (CaSO_4) saat sari tahu (protein) menggumpal menjadi tahu (Yudhistira et al., 2018). Umumnya limbah cair tahu memiliki karakteristik yang dapat dibedakan menjadi sifat fisik, kimia dan biologi. Namun, limbah cair industri tahu umumnya tidak mempunyai karakteristik biologi dan hanya mempunyai karakteristik fisika dan kimia (Sayow et al., 2020). Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 menyebutkan bahwa limbah tahu memenuhi kriteria sebagai berikut:

a. *Biological Oxygen Demand (BOD)*

O_2 (Oksigen) yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di lingkungan kondisi aerobik untuk menguraikan dan memecah bahan organik terlarut dan tersuspensi dikenal sebagai *Biological Oxygen Demand (BOD)*. Uji kadar BOD bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pencemaran yang ditimbulkan dari limbah domestik dan limbah industri. Dengan menggunakan uji BOD ini dapat mengetahui dan menentukan tingkatan pencemaran oleh bahan-bahan organik dalam limbah cair. Hal yang mempengaruhi nilai BOD adalah suhu, keberadaan mikroba dan juga jenis kandungan bahan organik. Apabila mengandung banyak zat organik maka semakin besar oksigen yang dibutuhkan dan nilai BOD juga semakin meningkat (Fachrurozi et al., 2014). Kandungan BOD yang tinggi sebaiknya tidak dibuang langsung ke badan air. Umumnya

limbah tahu memiliki kandungan BOD berkisar antara 5.000 hingga 10.000 mg/L. Oleh sebab itu, sebelum limbah dibuang, limbah perlu dilakukan penurunan konsentrasi BOD sesuai bau mutu limbah cair tahu (Hendrasari, 2016).

b. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Membuthkan oksigen yang banyak dalam proses kimia untuk mengoksidasi limbah cair. Proses tersebut dikenal sebagai *Chemical Oxygen Demand (COD)*. (Sayow et al., 2020). Pengukuran COD memiliki tujuan untuk mengetahui seberapa besar penceemaran yang ditimbulkan dan untuk mengetahui kebutuhan oksigen terhadap bahan organik yang sulit terurai melalui oksidasi. Polusi terjadi Ketika limbah cair dari suatu proses dibuang ke badan air yang tidak diolah Ketika tidak akan cukup oksigen untuk memecah bahan organik. Oleh sebab itu, diperlukan bantuan zat pengoksidasi kuat dalam suasana asam yaitu kalium bikromat ($K_2Cr_2O_7$) (Fachrurozi et al., 2014). Industri tahu sering menghasilkan limbah dengan nilai COD 4.000-6.000 mg/L dan berbagai kontaminan. (Aji et al., 2016).

c. *Total Suspended Solid (TSS)*

Partikel yang lebih kecil dari sedimen membentuk *Total Suspended Solid (TSS)*, yang tidak larut dalam air. Seperti tanah liat, mikrosel, bahan organik dan lainnya. Padatan tersuspensi dalam limbah cair biasanya berasal dari bahan yang dicuci atau dibuang selama peroses pengolahan. Ini disebabkan oleh penetrasi cahaya pada air atau oksigen dan fotosintesis. Padatan tersuspensi limbah cair umumnya berasal dari pencucian dan pembuangan bahan saat proses pengolahan. Adanya padatan dalam air membuat kualitas air menjadi buruh sehingga berdampak bagi reaksi dan mengganggu estetika (Fachrurozi et al., 2014). Kekeruhan dalam air berkolerasi dengan partikel tersuspensi. Partikel organik dan anorganik dapat tersuspensi atau larut, menyebabkan kekeruha. Air yang sangat keruh merupakan indikasi konsentrasi bahan tersuspensi yang tinggi (Sayow et al., 2020).

d. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) adalah parameter berpengaruh dalam kualitas air limbah. pH berperan dalam kehidupan biologis dan mikroba, pH mempunyai pengaruh yang besar terhadap pengolahan limbah cair. pH pada limbah cair cenderung bersifat asam, standar mutu yang ditetapkan yaitu 6-9. Dampak jika pH terlalu rendah yaitu berkurangnya oksigen terlarut dan berkurangnya konsumsi oksigen. Oleh karena itu, sebelum mengolah limbah cair, perlu dilakukan pengecekan pH untuk mencapai pH optimal (Sayow et al., 2020).

3. Pengolahan Limbah Cair

Bertambahnya *home industry*, meningkatkan kadar limbah cair yang diproses pada industri rumahan, tanpa terlebih dahulu menjalani pengilahan. Sebagian besar limbah ini dibuang ke badan air tanpa adanya pengolahan. Hal ini berakibat kontaminasi air dan memiliki efek pada lingkungan, terutama pada badan air. limbah cair perlu diproses sebelum dibuang ke badan air untuk mencegah hal ini. Hal ini berdampak pada lingkungan terutama badan air, dan dapat menyebabkan pencemaran perairan. Untuk menghindari hal ini, limbah cair harus diolah sebelum dibuang ke badan air.

Limbah cair sebelum dibuang ke lingkungan harus melewati proses pengolahan limbah. Pengolahan tersebut dapat didefinisikan sebagai metode untuk mengurangi air yang memiliki kandungan atau zat berbahaya dan bahan pencemar supaya tidak membahayakan makhluk hidup dan lingkungan. Menurut Suherman et al., 2020 pengolahan limbah cair dilakukan untuk meminimalisir terjadinya pencemaran lingkungan yang berakibat membahayakan. Menurut sumbernya limbah cair dikelompokkan ke dalam 4 kategori, yaitu limbah cair domestik dan industri, rembesan dan tumpahan, dan air hujan. Pengolahan limbah cair menjadi salah satu cara untuk menjaga kelestarian lingkungan agar mengurangi pencemaran yang terjadi. Pengolahan merupakan sebuah proses untuk membuat perubahan yang disebabkan oleh proses fisik, kimia atau biologi yang terjadi di unti

operasi atau pengolahan di dalam unit bangunan pengolahan. Menurut sifat limbahnya, pengolahan air limbah dapat dilakukan dalam tiga cara:

a. Pengolahan secara fisika

Karakteristik fisik air limbah seperti warna, suhu, bau dan padatan (Apriyani, 2013). Menurut Sri Septi Dyah Pratiwi, 2021 aerasi dan filtrasi adalah dua metode untuk mengolah limbah cair secara fisik. Dibanding aerasi, filtrasi dirasa lebih efektif untuk menghilangkan zat tersuspensi besar. Filtrasi merupakan pengolahan limbah yang prosesnya untuk memisahkan zat padat dari fluida. Proses filtrasi ini bertujuan untuk mengurangi kadar BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), Fosfat, TSS (*Total Suspended Solid*) dan kekeruhan yang ada pada air limbah. Umumnya filtrasi banyak digunakan karena membutuhkan biaya yang terjangkau serta efisien. Menurut Budiarsa, 2015 pengolahan limbah cair secara fisika dengan cara penyaringan (*filtering*) adalah cara yang mudah dan murah dan digunakan sebagai pemisah bahan tersuspensi yang berukuran besar. Flotasi dapat digunakan untuk memisahkan komponen mengambang, seperti minyak dan lemak tanpa mengganggu langkah pemrosesan selanjutnya. Flotasi dapat digunakan untuk memisahkan baha tersuspensi atau (*clarification*) atau pembengkakan endapan lumpur (konsentrasi lumpur) yang membawa udara ke atas, selain memisahkan lemak dan minyak.

b. Pengolahan secara kimia

Cairan diproses guna menghilangkan puing-puing organik berbahaya, logam berat, senyawa fosfor, dan partikel koloid (bukan endapan). Bahan-bahan ini hilang karena flokulasi-koagulasi, sifat zat yang membuatnya mengendap dengan cepat. (SRI SEPTI DYAH PRATIWI, 2021). Elektrolit yang berlawanan dengan koloid ditambahkan untuk menetralkan muatan koloid dan mencegah zat tersuspensi larut terlalu cepat. Dengan menambahkan larutan basa (seperti air kapur), senyawa logam berat dan fosfor dapat dihilangkan dengan menyebabkan logam

hidroksida atau hidroksiapatit mengendap. Ketika pH air lebih besar (>) dari 10,5 dan pH hidroksiapatit lebih besar (>) dari 9,5 endapan logam stabil. (Wayan Budiarsa Suyasa, 2015).

c. Pengolahan secara biologi

Selain secara fisik dan kimia, limbah cair dapat ditangani secara biologi. Proses pengubahan senyawa kimia yang terdapat dalam air menjadi bahan kimia lain yang mengandung mikroorganisme dikenal dengan pengilahan limbah biologi. Mikroorganisme memanfaatkan bahan anorganik membuat biomassa sel baru dan bahan organik serta menggunakan energi reaksi oksidasi untuk metabolisme (Casban & Dewi, 2018). Pengolahan limbah cair biologis adalah suatu pengolahan limbah memanfaatkan mikroorganisme. Dalam proses ini, indikasi organik yang terdapat pada limbah cair dipecah oleh mikroorganisme dan diubah membentuk senyawa sederhana yang aman (Utami et al., 2019). Wayan Budiarsa Suyasa, 2015 mengatakan bahwa limbah cair yang biodegradable bisa diolah secara biologi. Pengolahan secara biologi dianggap pengolahan yang terjangkau dan efisien. Reaktor pengolahan biologi pada limbah cair dikategorikan menjadi dua, yaitu:

- 1) Reaktor pertumbuhan tersuspensi (*suspended growth reactor*)
- 2) Reaktor pertumbuhan lekat (*attached growth reactor*)

Perkembangan mikroorganisme inilah yang membedakan reaktor pertumbuhan lengket dengan reaktor pertumbuhan tersuspensi. Mikroorganisme berkembang biak atau bertahan hidup dalam kondisi tersuspensi dalam reaktor pertumbuhan lengket, tetapi pada jenis reaktor lain, mikroorganisme hidup dan berkembang biak pada media pendukung dan membuat lapisan film untuk melekat.

Menurut Arief, 2018 pengolahan biologis dapat diklasifikasikan sebagai proses anaerob atau aerob berdasarkan segi lingkungan. Dalam pengolahan ini terdapat perbedaan antara proses aerob dan proses anaerob dimana proses aerob membutuhkan oksigen saat melakukan pengolahan limbah cair sedangkan proses anaerob tidak membutuhkan

oksigen saat melakukan pengolahan. *Rotating Biological Contactor* (RBC) dapat digunakan untuk perlakuan biologi limbah cair.

4. *Rotating Biological Contactor* (RBC)

Rotating Biological Contactor (RBC) yaitu teknologi proses pengolahan limbah cair yang terdiri atas piringan (*disk*) tersusun berjajara pada poros yang berputar. Piringan (*disk*) pada poros kemudian ditempatkan kedalam reaktor khusus tempat mengalirnya limbah cair. Rangkaian piringan (*disk*) pada satu poros disusun dengan rangkaian piringan (*disk*) yang lain secara seri ataupun paralel tergantung pada kualitas air olahan yang diinginkan. Hal tersebut dapat membuat piringan (*disk*) berputar, 40% dari piringan (*disk*) tersebut terceluk kedalam air limbah yang akan diolah (Dewi, 2014). Diantara metode pengolahan limbah cair lain, yang kuat yang dapat menangani beban organik adalah pengolahan *Rotating Biological Contactor* (RBC).

Pemrosesan limbah cair atau *Rotating Biological Contactor* (RBC) bisa dibidang masih sangat muda dan sering digunakan untuk mengolah air domestic maupun komersial. Pada pengolahan dengan *Rotating Biological Contactor* (RBC) proses pertumbuhan melekat membuat mikroorganism melekat pada media. Media yang digunakan RBC adalah piringan (*disk*) tipis yang terbuat dari kumpulan plastik yang berukuran 2-4 meter. Dengan material yang tipis ini dapat dibentuk berombak kemudian ditempelkan diantara piringan (*disk*) yang rata dan diletakkan menjadi satu unit modul. Piringan diikat keporos sepanjang 8 meter, yang dimasukkan ke dalam bak reaktor RBC secara paralel dan seri untuk membentuk satu modu. Kemudian modul diputar hingga permukaan media terendam limbah cair atau bergantian diatas permukaan limbah cair (udara). Piringan (*disk*) yang berputar mendukung pertumbuhan bakteri dan mikroorganism yang ada pada limbah. Supaya mikroorganism dapat berhasil, maka diperlukannya oksigen untuk bertahan hidup yang berasal dari udara dan sebagai makanan dari limbah cair untuk bertumbuh. Paada beban organik dalam reaktor dan kecepatan putar, ketebalan biofilm dapat

tumbuh hingga kedalaman 2-4 mm di permukaan media (Nurkholis et al., 2019).

a. Prinsip Kerja *Rotating Biological Contactor* (RBC)

Prinsip pengerjaan limbah cair dengan teknologi tersebut yaitu dalam reaktor, limbah cair yang mengandung pencemar organik bersentuhan dengan lapisan mikroorganisme yang disebut *microbia film*. Mediana adalah polimer ringan atau cakram plastic yang berorientasi pada poros yang memiliki lapisan mikroorganisme yang melekat pada permukaannya. Modul ini kemudian diputar perlahan, sebgai terendam dalam aliran limbah cair yang terus menerus. Dengan cara ini, lapisan mikroorganisme yang dikenal sebagai biofilm terbentuk pada permukaan media yang berputar oleh pelekatan dan perbanyakan bakteri, ganggang, protozoa dan jamur. Mikroorganisme menguraikan dan menyerap senyawa organik dalam air limbah, mengambil dan memetabolisme oksigen terlarut dalam air dan udara dan mengurangi kandungan senyawa organik dalam air. Mikroorganisme mengambil senyawa organik dari limbah cair yang mengalir diatas permukaan biofilm berbentuk cakram tipis yang diperkenalkan padanya. Selain itu, ketika biofilm berada diatas permukaan air, mikroorganisme mengambil oksigen dari udara sekitarnya (Said, 2018).

b. Proses Pengolahan Limbah Cair dengan *Rotating Biological Contactor* (RBC)

Proses pengolahan Limbah Cair dengan *Rotating Biological Contactor* (RBC) terdiri dari:

1) Bak Pemisah Pasir

Dalam bak pemisah pasir ini, limbah cair dialirkan kedalam secara pelan atau tenang, tujuannya adalah untuk melepaskan kotoran dalam bentuk lumpur dan pasir. Namun, kotoran yang mengapung seperti sampah dan plastic akan terperangkap pada layer (*screen*) yang dipasang pada *inlet* kolam pemisah (Sutanto, 2014).

2) **Bak Pengendap Awal**

Bak pengendapan awal digunakan untuk mengendapkan pasir, kontaminan organik, dan partikel lumpur tersuspensi. Bak ini tidak hanya digunakan sebagai pengendap, tetapi juga digunakan sebagai pengurai senyawa organik padat, penyimpanan lumpur dan pengurai lumpur (Mubin et al., 2016). Kebanyakan lumpur atau material tersuspensi diendapkan dalam bak pengendap awal ini. Apabila terdapat lumpur yang mengendap maka akan ditampung dan dipompa ke bak pengendap lumpur selama 2-4 jam (Sutanto, 2014). Said dan Utomo, 2018 mengatakan bahwa bak pengendapan pertama mengurangi BOD sekitar 25% dan padatan tersuspensi sekitar 30-40.

3) **Bak Kontrol Aliran**

Bak control aliran ini berfungsi sebagai bak cadangan. Jika kapasitas pembuangan limbah cair melebihi yang direncanakan, kelebihan limbah cair akan dipindahkan ke bak kontrol debit untuk penyimpanan sementara. Ketika debit rendah atau menurun, limbah bak kontrol didorong ke dalam bak pengendapan pertama beserta dengan limbah cair baru sesuai dengan debit yang dimaksudkan (Sutanto, 2014).

4) **Reaktor *Rotating Biological Contactor* (RBC)**

Pada bak kontraktor ini media berupa piringan (disk) plastik atau polimer tipis dengan ditempelkan atau dirakit pada suatu poros yang berputar perlahan serta sebagain terendam limbah cair. waktu retensi di bak kontraktor kurang lebih 2,5 jam. Dalam keadaan ini, bakteri akan berkembang biak dan membuat lapisan yang dikenal sebagai biofilm pada permukaan media yang berputar. Kemudian, mikroorganisme ini akan menghancurkan senyawa organik pada limbah cair. Setelah selesai diproses di bak kontraktor, lumpur yang mengalir di bagian bawah bak dituangkan ke dalam bak

pemekat bersama dengan lumpur dari bak pengendapan pertama. (Sutanto, 2014).

5) Bak Pengendap Akhir

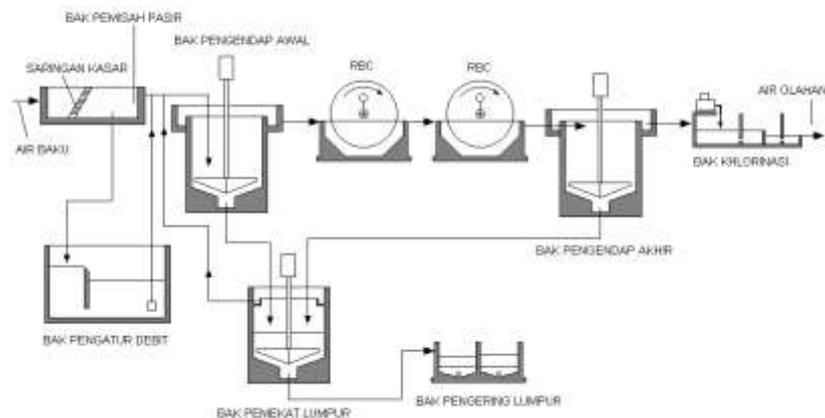
Nurma Dwi Handayani, 2018 keluarnya lumpur cair dari bak kontaktor (reaktor) kemudian dipompa ke bak pengendapan akhir setelah mengendap selama kurang lebih tiga jam lamanya. Lumpur dari *Rotating Biological Contactor* (RBC) karena beratnya lebih besar dan curah dari lumpur aktif, lebih mudah mengendap. Air yang relatif jernih yang meluap ke bak klorinasi setelah bak pengendapan terakhir dikeringkan. Sebaliknya, lumpur dari bak pengendapan pertama dan lumpur yang tenggelam ke dasar bak di dorong ke dalam bak konsentrasi lumpur.

6) Bak Klorinasi

Bakteri coli atau virus pathogen masih ada dalam air yang diolah atau limpasan dari kolam pengendapan, yang dapat menginfeksi orang lain. Limbah yang dibuang dari bak pengendapan kemudian dialirkan ke dalam bak. Di sana, senyawa klorin ditambahkan ke limbah cair dalam dosis dan waktu kontak tertentu, membunuh semua mikroorganisme penyebab penyakit. Air limbah bak klorinasi juga dapat dibuang ke badan air. (Sutanto, 2014).

7) Unit Pengolahan Lumpur

Lumpur dari bak pengendapan pertama ke bak pengendapan terakhir dikumpulkan dan digunakan untuk membuat unit pengolahan lumpur. Lumpur secara bertahap dicampur dalam bak pengolahan lumpur dan didiamkan selama sekitar 25 jam untuk dipekatkan. Setelah itu, lumpur secara berkala diangkut ke lokasi yang berbeda untuk pengolahan atau disimpan dalam bak terpisah. (Nurkholis et al., 2019).



Gambar II.2 Proses Pengolahan Air Limbah Sistem RBC

c. Kelebihan *Rotating Biological Contactor* (RBC)

Pengolahan limbah berbentuk cair secara biologi yang memanfaatkan *Rotating Biological Contractro* memiliki beberapa kelebihan, sebagai berikut: (Suryana, 2013)

- 1) Penggunaan alat/pengoperasian alat dan perawatannya relatif mudah
- 2) Dibandingkan dengan pengolahan biologi proses lumpur aktif, *Rotating Biological Contactor* (RBC) mempunyai kapasitas yang kecil dan penggunaan energi yang lebih sedikit.
- 3) *Rotating Biological Contactor* (RBC) bisa dipasang dengan beberapa tahap atau *multi stage* yang meningkatkan ketahanannya terhadap fluktuasi beban pengolahan.
- 4) Tidak seperti pengolahan proses lumpur aktif, penebalan atau pembusaan tidak terjadi pada pembentukan limbah cair biologis dengan teknologi *Rotating Biological Contactor* (RBC). Selain itu, reaksi nitrikasi terjadi lebih mudah yang membuat efisiensi pengilangan ammonium lebih besar.

d. Parameter yang Mempengaruhi Proses Pengolahan Secara Biologis

1) Derajat Keasaman (pH)

Ukuran yang menunjukkan Tingkat asam atau basa. Proses fisik, kimia dan biologi organisme yang hidup dalam air dipengaruhi secara signifikan oleh perubahan pH air. Ningrum 2018,

mengemukakan bahwa pH mulai dari 1-14, pH 1-7 menunjukkan sifat asam, pH 7-14 basa dan pH 7 menunjukkan sifat netral. Untuk menghindari gangguan pada pengolahan limbah cair, derajat keasaman (pH) menentukan apakah *pre-treatment* diperlukan atau tidak (Ramadani et al., 2021). Air limbah tahu biasanya asam, karena zat-zat yang mudah menguap dilepaskan dalam air limbah yang asam ini. akibatnya, limbah cair tahu memiliki bau yang tidak sedap.

Derajat keasaman (pH) mempunyai pengaruh terhadap metode pengolahan limbah cair. baku mutu yang diperbolehkan adalah 6-9. Jika pH terlalu rendah maka berdampak dan dapat menurunkan jumlah oksigen terlarut (Sayow et al., 2020). Sementara pH rendah akan mendorong pertumbuhan jamur dan membuat mereka lebih kompetitif dengan bakteri dalam metabolisme bahan organik, pH tinggi dapat menghambat aktivitas mikroorganisme (Sayekti, Rini Wahyu, Haribowo Riyanto, Vivit yohana dan Prabowo, 2011).

2) Suhu

Suhu dapat didefinisikan sebagai pengukur panas atau dinginnya limbah cair (Ramadani et al., 2021). Muzayana & Hariani, 2019 mengatakan suhu merupakan faktor penting yang mempengaruhi bahan kimia, laju reaksi, kehidupan biologis perairan serta penggunaan air dalam kegiatan sehari-hari. Memasak kedelai disebut sebagai sumber panas industri. Antara 400 dan 460 derajat celsius, suhu limbah cair tahu seringkali lebih besar daripada air tawar. Kenaikan suhu air akan berdampak pada kelarutan gas, oksigen, kehidupan biologis dan kepadatan, viskositas, dan tegangan permukaan air (Azmi & Andrio, 2016). Pengolahan dengan Rotating Biological Contactor ((RBC) sensitif terhadap perubahan suhu. Suhu optimal untuk pengolahan limbah cair dengan *Rotating Bioogical Contactor* (RBC) adalah antara 15⁰C-40⁰C. Apabila suhu dalam pengolahan limbah cair tinggi, maka dapat merusak proses

dengan menghalangi aktivitas enzim di dalam sel. Peningkatan suhu dapat mengurangi efektivitas pengolahan (Sayekti, dkk, 2011).

5. Analisis *Anova One Way* (Anova Satu Arah)

Analisis Anova dikategorikan dalam analisis satistika. Analisis variasi atau biasa disebut Anova adalah teknik analisis multivariat berguna untuk membedakan mean (rata-rata) dari tiga jenis atau lebih dengan cara membandingkan variannya. Analisis variasi atau Anova merupakan bagian dalam statistik parametrik. Untuk menggunakan rumus Anova sebagai alat statistic parametrik, terlebih dahulu harus dilakukan uji asumsi seperti normalitas. Salah satu metode statistic parametik yang disebut analisis *anova one way* digunakan untuk menguji variasi dalam rata-rata kelompok. Ketika hanya ada satu variable *independent* dan hanya satu variable *dependent* yang dibagi menjadi beberapa kelompok. Teknik analisis *anova one way* biasa digunakan dalam penelitian eksperimen (Prizeyanto, 2015).

Rumus uji *Anova One Way* sebagai berikut:

$$JKT \text{ (total)} = \sum \left(\sum Xi^2 - \frac{\sum (\sum Xi)^2}{N} \right)$$

$$JKP \text{ (between)} = \sum \frac{\sum Xi^2}{N_k} - \left[\frac{\sum (\sum Xi)^2}{N} \right]$$

$$JKS \text{ (within)} = JKT - JKP$$

Keterangan :

JKP = Banyaknya kuadrat perlakuan

JKT = Banyaknya kuadrat total

JKS = Banyaknya kuadrat sisa

Nk = Banyaknya sampel per kolom

K = Total kolom

N = Total sampel keseluruhan

$\sum Xi$ = Total besaran temuan perkolom

$\sum \sum Xi$ = Total besaran temuan keseluruhan

Uji interpretasi dan signifikansi dilakukan melalui proses perbandingan nilai uji F hitung dan F tabel. Apabila nilai F hitung lebih besar dari F tabel atau p-value lebih kecil (<) dari alpha (0,05), maka dapat

ditarik kesimpulan bahwa H_1 diterima dan H_0 ditolak yang berarti ada perbedaan pada kandungan BOD limbah cair tahu dengan perlakuan RBC (*Rotating Biological Contactor*) dalam waktu kontak 24 hingga 48 jam.

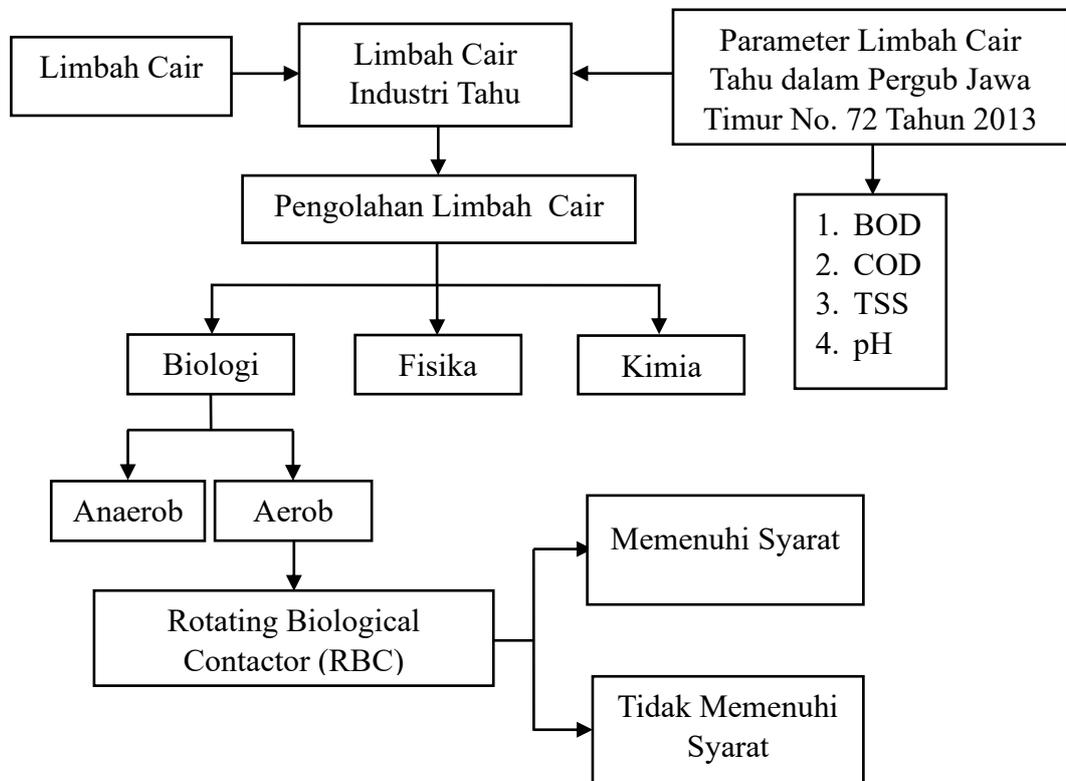
- a. H_0 ditolak dan H_1 akan diterima apabila nilai F hitung $>$ F tabel. Hal ini berarti signifikan, terdapat perbedaan kadar BOD pada limbah cair tahu sebelum dan sesudah perlakuan melalui *Rotating Biological Contactor* (RBC) pada waktu kontak 24 jam, 36 jam dan 48 jam.
- b. H_0 diterima dan H_1 ditolak jika nilai F hitung $<$ F tabel. Hal ini berarti signifikan, tidak terdapat perbedaan kadar BOD pada limbah cair tahu sebelum & sesudah perlakuan dengan *Rotating Biological Contactor* (RBC) pada waktu kontak 24 jam, 36 jam dan 48 jam.

Dasar pengambilan Keputusan untuk analisis Anova:

- a. Tidak ada perbedaan jika nilai signifikansi (Sig) lebih besar ($>$) 0,05
- b. Ada perbedaan jika nilai signifikansi (Sig) lebih kecil ($<$) 0,05

C. Kerangka Teori Penelitian

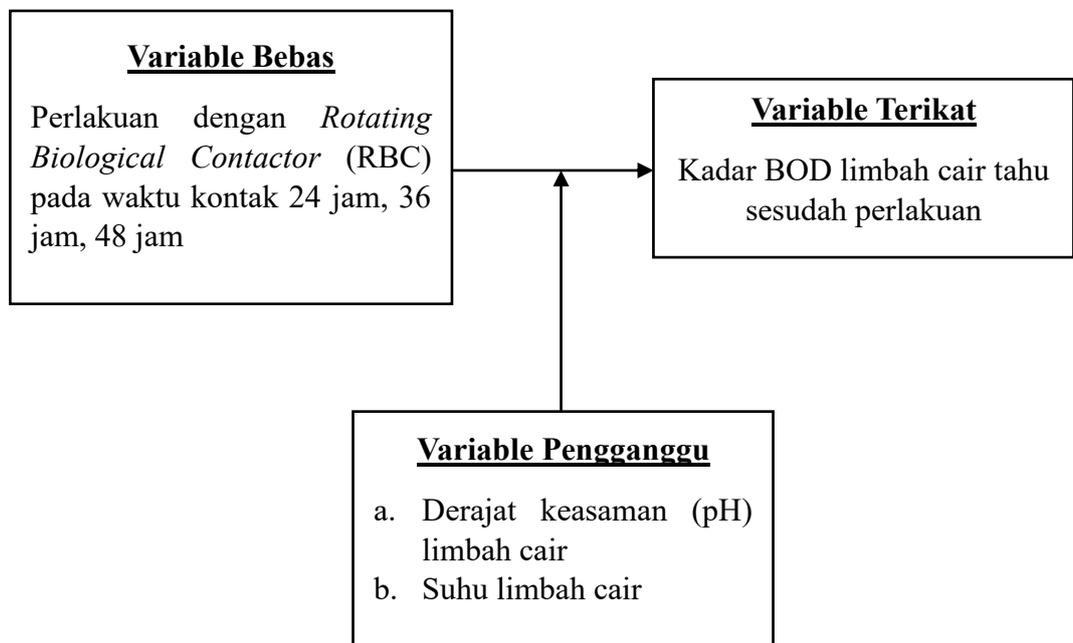
Kerangka teori menjadi dasar keseluruhan penelitian. Kerangka teori menggambarkan, menguraikan dan membangun hubungan antara variable yang diidentifikasi selama pengumpulan data awal, wawancara atau observasi, serta penelitian litelatur dalam tinjauan pustaka. Kerangka teori yang baik, mengidentifikasi dan menyatakan dengan jelas variable-variable penting yang relevan dengan masalah penelitian, menggambarkan secara logis hubungan antara variable-variable tersebut (Budi, 2010).



Gambar II.3 Kerangka Teori Penelitian

D. Kerangka Konsep Penelitian

Kerangka konsep adalah hubungan antar konsep yang dibangun dari penelitian sebelumnya. Ini digunakan sebagai dasar penelitian. Kerangka konsep dibangun berdasarkan kerangka teori yang telah ditetapkan dalam BAB II. Kerangka konsep tidak sekompleks kerangka teori, kerangka konsep tidak semua variable dalam kerangka teori ditetapkan sebagai variable penelitian. Kerangka konsep diharapkan dapat memberikan wawasan dan mengarahkan hipotesis mengenai variable yang diteliti (Budi, 2010).



Gambar II.4 Kerangka Konsep Penelitian

Keterangan :

—————> = Diteliti