



SKRIPSI – TK141581

**EKSTRAKSI ZAT WARNA ALAMI DARI DAUN PACAR
KUKU (*Lawsonia inermis*) DAN DAUN TARUM (*Indigofera
tinctoria*) DENGAN METODE *ULTRASOUND ASSISTED
EXTRACTION***

Oleh :

Ni'matul Azizah

NRP. 0221144000026

Achmad Qodim Syafa'atullah

NRP. 0221144000080

Dosen Pembimbing :

Dr. Lailatul Qadariyah, S.T., M.T.

NIP. 19760918 200312 2 002

Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA.

NIP. 1961 08 02 1986 01 1001

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



FINAL PROJECT – TK141581

**NATURAL DYE EXTRACTION FROM HENNA LEAF
(*Lawsonia inermis L.*) AND INDIGO LEAF (*Indigofera tinctoria*) USING *ULTRASOUND-ASSISTED EXTRACTION*
METHOD**

Authors :

Ni'matul Azizah

NRP. 02211440000026

Achmad Qodim Syafa'atullah

NRP. 02211440000080

Academic Advisors :

Dr. Lailatul Qadariyah, S.T., M.T.

NIP. 1976 09 18 2003 12 2002

Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA.

NIP. 1961 08 02 1986 01 1001

**CHEMICAL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

EKSTRAKSI ZAT WARNA ALAMI DARI DAUN PACAR KUKU (*Lawsonia inermis*) DAN DAUN TARUM (*Indigofera tinctoria*) DENGAN MENGGUNAKAN ULTRASOUND ASSISTED METHOD

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

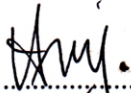
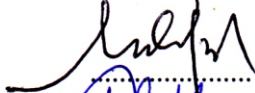

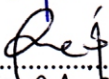

Oleh :

Ni'matul Azizah
Achmad Qodim S.

NRP 0221144000026
NRP 0221144000080

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. Lailatul Qadariyah, S.T, M.T
(Pembimbing I)
2. Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA
(Pembimbing II)
3. Orchidea Rachmaniah, S.T., M.T.
(Penguji I)
4. Donny Satria Bhuana, S.T, M.Eng.Sc
(Penguji II)
5. Hikmatun Ni'mah, S.T., M. Sc., Ph.D
(Penguji III)


.....

.....

.....

.....

.....



EKSTRAKSI ZAT WARNA ALAMI DARI DAUN PACAR KUKU (*Lawsonia inermis*) DAN DAUN TARUM (*Indigofera tinctoria*) DENGAN METODE *ULTRASOUND ASSISTED EXTRACTION*

**Nama Mahasiswa/NRP:1. Ni'matul Azizah (0221144000026)
2. Achmad Qodim S.(0221144000080)**

Dosen Pembimbing : Dr. Lailatul Qadariyah, S.T., M.T.

ABSTRAK

Permintaan tekstil bertambah dengan meningkatnya selera konsumen terhadap warna. Sebagian besar proses pewarnaan menggunakan pewarna sintetis dikarenakan memiliki banyak keunggulan seperti ketersediaan warna melimpah,, lebih terjamin, ekonomis, lebih stabil, praktis, lebih mudah, dan variasi warnanyab beragam. Akan tetapi pewarna sintetis apabila terakumulasi berlebihan akan berdampak buruk pada ekosistem lingkungan. Salah satu alternatif untuk mengurangi dampak dari limbah industri tekstil agar tidak berbahaya bagi lingkungan maupun masyarakat adalah menggunakan zat warna alami. Daun pacar kuku (*Lawsonia Inermis L.*) dan daun pacar kuku dan daun tarum (*Indigofera tinctoria*) dapat dijadikan sumber warna alami. Daun pacar kuku mengandung lawson dan daun tarum mengandung indigo yang merupakan sumber warna jingga serta biru. Proses ekstraksi konvensional yang umum digunakan dari penelitian terdahulu untuk ekstraksi daun tarum adalah soxhletasi dan maserasi yang memerlukan waktu proses cukup lama dengan pelarut dalam jumlah banyak. Oleh karena itu, perlu pertimbangan inovasi teknologi ekstraksi yang ramah lingkungan dengan penggunaan waktu dan pelarut yang minimum. Salah satu metode

ekstraksi yang dikembangkan adalah dengan menggunakan *Ultrasound-Assisted Extraction*.

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah mempelajari proses ekstraksi zat warna alami dari bahan baku daun pacar kuku dan daun tarum menggunakan metode *Ultrasound-Assisted Extraction*, mempelajari dan menentukan kondisi operasi yang optimal (rasio bahan baku terhadap pelarut, waktu ekstraksi, temperatur ekstraksi, jenis pelarut) dengan metode Ultrasound Assisted Extraction, mengetahui persen (%) yield yang dihasilkan dengan metode Ultrasound Assisted Extraction, dan mengetahui perbandingan uji spektrofotometer UV-Vis pada sample serbuk dan cair.

Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan data *Yield* tertinggi yang dihasilkan dari ekstraksi daun pacar kuku adalah 17,96% pada pH 1 dengan waktu ekstraksi 10 menit, ratio 0,02, pelarut aquadest sedangkan yield hasil ekstrak daun tarum memiliki nilai optimum pada waktu ekstraksi 1 jam pertama sebesar 1,79%. Faktor yang mempengaruhi hasil ekstraksi yaitu jenis pelarut, Waktu Ekstraksi, dan pH. Metode UAE lebih efektif dan efisien daripada metode sokletasi. Dalam uji Spektrofotometer UV-Vis hasil ekstrak daun pacar kuku mengandung senyawa quinon yaitu pada panjang gelombang 270 nm dalam keadaan serbuk dan 274 pada keadaan cair

Kata Kunci : *Ultrasound-Assisted Extraction*, Spektrofotometer UV-Vis, *Lawsone*, Indigo

**NATURAL DYE EXTRACTION FROM HENNA LEAF
(*Lawsonia inermis L.*) AND INDIGO LEAF (*Indigofera tinctoria*) USING ULTRASOUND-ASSISTED EXTRACTION
METHOD**

**Author Name/NRP: 1. Ni'matul Azizah(0221144000026)
2. Achmad Qodim S(0221144000080)**

Advisor: Dr. Lailatul Qadariyah, S.T., M.T.

ABSTRACT

Textile demand increases with increasing consumer appetite for color. Most of the coloring process uses synthetic dyes because it has many advantages such as the availability of abundant colors,, more secure, economical, more stable, practical, easier, and varied color variations. However, synthetic dyes when accumulated excessively will have a negative impact on the ecosystem of the environment. One alternative to reduce the impact of the textile industry waste so as not to harm the environment and society is to use natural dyes. The leaves of the henna (*Lawsonia Inermis L.*) and the leaves of the henna and the indigo leaf (*Indigofera tinctoria*) can be the source of natural color. The leaves of the henna contain lawson and the indigo leaf contains indigo which is the source of the orange and blue color. The conventional extraction process commonly used from the prior research for tarum leaf extraction is soxhletasi and maceration which requires a long process time with a large amount of solvent. Therefore, it is necessary to consider the innovation of environmentally friendly extraction technology with minimum time and solvent usage. One of the extraction methods developed is by using *Ultrasound-Assisted Extraction*.

The purpose of this thesis research is to study the process of extracting natural dyestuff from leaf nail and nail leaves leaf by using *Ultrasound-Assisted Extraction* method, studying and

determining optimal operating conditions (raw material ratio to solvent, extraction time, extraction temperature, solvent type) by *Ultrasound-Assisted Extraction* method, know the percent (%) yield produced by *Ultrasound-Assisted Extraction* method, and know the comparison of UV-Vis spectrophotometer test on powder and liquid sample.

Based on the results of this study obtained the highest yield data resulting from extraction of henna leaf is 17.96% at pH 1 with a time of extraction 10 minutes, ratio 0.02, aquadest solvent while yield of tarum leaf extract has optimum value at 1 hour extraction time first by 1.79%. Factors affecting the extraction result are solvent type, Extraction Time, and pH. The UAE method is more effective and efficient than the method of socolation. In the UV-Vis Spectrophotometer test the extract of henna leaves contains quinon compound that is at wavelength 270 nm in powder phase and 274 at liquid phase

Keywords : *Ultrasound-Assisted Extraction, Spectrophotometer UV-Vis, Lawsone, Indigo*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan kekuatan serta kemudahan sehingga kami dapat mengerjakan Tugas Skripsi yang berjudul **Ekstraksi Zat Warna Alami dari Daun Pacar Kuku (*Lawsonia Inermis L.*) dan Daun Tarum (*Indigofera tinctoria*) dengan Menggunakan Metode *Ultrasound Assisted Extraction*** tepat pada waktunya. Tugas akhir ini merupakan syarat kelulusan bagi mahasiswa tahap sarjana di Departemen Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya. Selama penyusunan proposal skripsi ini, kami banyak sekali mendapat bimbingan, dorongan, serta bantuan dari banyak pihak. Untuk itu, kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Juwari, S.T., M. Eng., Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Kimia FTI-ITS.
2. Ibu Dr. Lailatul Qadariah, S.T., M.T. selaku Pembimbing dalam pengerjaan Tugas Akhir atas segala bimbingan dan sarang yang telah diberikan.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA selaku pembimbing Tugas Akhir dan Kepala Laboratorium Proses atas segala bimbingan dan sarang yang telah diberikan.
4. Bapak dan Ibu Dosen pengajar serta seluruh karyawan Departemen Teknik Kimia.
5. Rekan-rekan Laboratorium Teknologi Proses atas segala kritik, saran, dan dukungan selama pengerjaan Skripsi.
6. Teman-teman K-54 Teknik Kimia FTI-ITS yang selalu memberikan doa, semangat dan dukungan.
7. Orang tua dan saudara-saudara kami atas doa, bimbingan, perhatian, kasih sayang yang selau diberikan selama ini.

Kami menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan prosposal ini, sehingga dibutuhkan saran yang konstruktif demi penyempurnaannya. Semoga ini menjadi awal yang baik bagi kami untuk membangun Indonesia yang lebih baik ke depannya.

Surabaya, 23 Juli 2018
Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	II-1
I.1 Latar Belakang.....	I-1
I.2 Rumusan Masalah.....	I-4
I.3 Tujuan Penelitian	I-5
I.4 Manfaat Penelitian	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 Zat Warna	II-1
II.2 Daun Pacar Kuku (<i>Lawsonia inermis L.</i>)	II-2
II.3 Daun Tarum (<i>Indigofera tinctoria</i>).....	II-4
II.4 Senyawa Aktif pada Pewarna Alami	II-6
II.4.1 Kuinon	II-7
II.4.2 Pengambilan Zat Warna Indigo	II-8
II.5 Spektrofotometri	II-9
II.5.1 Spektrofotometer UV-Vis.....	II-10
II.5.2 Analisis Spektrofotometri UV-Vis	II-12
II.6 Ekstraksi	II-13
II.7 <i>Ultrasound-Assisted Method</i>	II-13
II.7.1 Gelombang Ultrasonik.....	II-14
II.7.2 Sistem Ultrasonik.....	II-16

II.8 Penelitian Sebelumnya.....	II-17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-1
III.1 Garis Besar Penelitian	III-1
III.2 Bahan dan Alat	III-1
III.2.1 Bahan.....	III-1
III.2.2 Alat.....	III-2
III.2.2.1 <i>Ultrasound Assisted Extraction</i>	III.2
III.2.2.2 Sokletasi	III.3
III.3 Variabel Penelitian	III-5
III.3.1 Variabel Kontrol.....	III-4
III.3.2 Variabel Bebas	III-4
III.4 Prosedur Penelitian.....	III-5
III.4.1 Prosedur Penelitian Metode UAE pada Daun Pacar Kuku	III-5
III.4.2 Prosedur Penelitian Metode UAE pada Daun Tarum	III-6
III.4.3 Prosedur Uji Spektrofotometer UV - <i>Visible</i>	III-7
III.4.4 Prosedur Uji FTIR Pada Daun Pacar Kuku	III-7
III.4.5 Prosedur Uji Pewarnaan pada kain.....	III-7
III.5 Blok Diagram Penelitian	III-8
III.5.1 Diagram Alir Prosedure Penelitian Daun Pacar Kuku menggunakan metode UAE.....	III-8
III.5.2 Diagram Alir Prosedure Penelitian Daun Pacar Kuku menggunakan metode sokletasi	III-10
III.5.3 Diagram Alir Prosedur Penelitian Daun Tarum menggunakan metode UAE.....	III-12
III.6 Besaran yang diukur dan Analisis Data	III-13
BAB IV PEMBAHASAN.....	IV-1
IV.1 Kondisi Operasi Ekstraksi Zat Warna Alami dengan metode UAE.....	IV-1
IV.1.1 Kondisi Operasi Daun Pacar Kuku.....	IV-1
IV.1.2 Kondisi Operasi Daun Tarum.....	IV-3
IV.2 Pengaruh Waktu, Konsentrasi Pelarut, Suhu dan	

Ratio terhadap <i>yield</i> hasil ekstraksi.....	IV-4
IV.3 Pengaruh pH terhadap <i>Yield</i> Ekstrak Daun Pacar Kuku	IV-8
IV.4 Pengaruh Waktu terhadap Perubahan Warna Ekstrak Tarum.....	IV-11
IV.5 Perbandingan Metode Sokletaso dengan UAE	IV-12
IV.6 Analisa Spektrofotometri UV-Vis pada Ekstrak Daun Pacar Kuku	IV-14
IV.7 Analisa FTIR pada Ekstrak Daun Pacar Kuku dan Daun Tarum.....	IV-16
IV.8 Hasil Uji Aplikasi Zat Warna Alami dari Daun Pacar Kuku dan Daun Tarum pada Kain.....	IV-18
BAB V KESIMPULAN.....	V-1
V.1 Kesimpulan.....	V-1
V.2 Saran	V-2
DAFTAR PUSTAKA	xii
APPENDIKS A CONTOH PERHITUNGAN	A-1
APPENDIKS B PROSEDUR ANALISA	B-1
APPENDIKS C TABEL PENGAMATAN DAN PERHITUNGAN	C-1
APPENDIKS D Analisa FTIR.....	D-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Daun Pacar Kuku (<i>Lawsonia inermis</i> L.)	II-3
Gambar 2.2 Struktur kimia senyawa-senyawa naftokuinon <i>Lawsonia inermis</i>	II-4
Gambar 2.3 Struktur Zat Warna Indigo.....	II-5
Gambar 2.4 Daun Tarum.....	II-6
Gambar 2.5 Struktur Kuinon	II-8
Gambar 2.6 Proses Pengambilan Indigo	II-9
Gambar 3.1 Skema alat <i>Ultrasound-assisted Extraction</i>	III-3
Gambar 3.1 Skema rangkaian Alat Metode Soklet	III-4
Gambar 4.1 Profil Suhu.....	IV-3
Gambar 4.2 Pengaruh Konsentrasi Etanol terhadap Hasil Ekstrak Daun Pacar Kuku dengan metode UAE pada waktu 10 menit suhu kamar	IV-4
Gambar 4.3 Pengaruh Waktu terhadap Hasil Ekstrak Daun Pacar Kuku dengan metode UAE pada ratio 0,02 suhu 30°C.....	IV-6
Gambar 4.4 Pengaruh Ratio terhadap Hasil Ekstrak Daun Pacar Kuku dengan metode UAE pada waktu 10 menit suhu 30°C..	IV-7
Gambar 4.5 Pengaruh Suhu terhadap Hasil Ekstrak Daun Pacar Kuku dengan metode UAE pada waktu 10 menit suhu 30°C..	IV-9
Gambar 4.6 Perbandingan pH terhadap Warna Hasil Ekstrak Daun Pacar Kuku dengan metode UAE pada waktu 10 menit suhu kamar.....	IV-8
Gambar 4.7 Pengaruh pH terhadap Hasil Ekstrak Daun Pacar Kuku dengan metode UAE pada waktu 10 menit suhu 30°C	IV-10
Gambar 4.8 Perbandingan Waktu Ekstraksi terhadap Warna Hasil Ekstrak DaunTarum dengan metode UAE	IV-11
Gambar 4.9 Pengaruh pH terhadap Hasil Ekstrak Daun Pacar Kuku dengan metode UAE pada waktu 10 menit suhu 30°C	IV-12
Gambar 4.10 Perbandingan Metode Ekstraksi Soklet dan <i>Ultrasound Assisted Extraction</i>	IV-13
Gambar 4.11 Spektrum serapan UV-Visible pada sampel ekstrak cair dengan waktu ekstraksi 10 menit dan rasio terhadap pelarut 0,02.....	IV-15

Gambar 4.12 Spektrum serapan UV-Visible pada sampel ekstrak padat dengan waktu ekstraksi 10 menit dan rasio terhadap pelarut 0,02..... IV-15

Gambar 4.13 Hasil pewarnaan kain menggunakan ekstrak daun pacar kuku pada pH 3 sebelum dan setelah pencucian..... IV-19

Gambar 4.14 Hasil pewarnaan kain menggunakan ekstrak daun pacar kuku pada pH normal sebelum dan setelah pencucian IV-19

Gambar 4.15 Hasil pewarnaan kain menggunakan ekstrak daun pacar kuku pada pH 10 sebelum dan setelah pencucian..... IV-20

Gambar 4.16 Hasil pewarnaan kain menggunakan ekstrak daun tarum pada pH normal sebelum dan setelah pencucian..... IV-20

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Gugus dan Struktur Kromofor..... II-1

Tabel 2.2 Sifat - sifat Senyawa Aktif pada Pewarna Alami II-7

Tabel 2.3 Warna terserap dan Warna Komplementer II-11

Tabel 4.1 Absorbansi yang digunakan pada Hukum Hooke ... II-17

Tabel 4.1 Hasil uji FTIR pada Ekstrak dengan Metode UAE. II-17

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Permintaan tekstil bertambah dengan meningkatnya selera konsumen terhadap warna. Hampir sebagian besar proses pewarnaan untuk industri tekstil menggunakan pewarna sintetis. Keunggulan dari pewarna sintetis yaitu variasi warna beraneka ragam, ketersediaan warna lebih terjamin, praktis, lebih mudah, lebih murah digunakan serta ekonomis. Disamping itu pewarna sintetis lebih stabil, lebih tahan terhadap berbagai kondisi lingkungan, daya mewarnai lebih kuat dan memiliki rentang warna yang lebih luas serta tidak mudah luntur dan berwarna cerah (Titiek, 2015). Akan tetapi pewarna sintetis juga memiliki kelemahan terutama limbah yang dihasilkan setelah proses pewarnaan. Limbah pewarna sintetis berbahaya bagi ekosistem perairan. Ketika ekosistem air tercemar akan berdampak pada manusia juga.

Pencemaran air ditandai dengan adanya perubahan pH atau konsentrasi ion hydrogen, oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*, DO), kebutuhan oksigen biokimia (*Biochemical Oxygen Demand*, BOD) serta kebutuhan oksigen kimiawi (*Chemical Oxygen Demand*, COD) (Warlina, 2004). Gabungan air limbah pabrik tekstil di Indonesia rata-rata mengandung 750 mg/L padatan tersuspensi dan 500 mg/L BOD. Perbandingan COD:BOD adalah dalam kisaran 1,5:1 sampai 3:1. Beban tiap ton produk lebih besar untuk operasi kecil dibandingkan dengan operasi modern yang besar, berkisar dari 25 kg BOD/ton produk sampai 100 kg BOD/ton. Kandungan limbah industri tekstil terdiri dari logam berat terutama As, Cd, Cr, Pb, Cu, Zn, hidrokarbon terhalogenasi (dari proses *Dressing* dan *finishing*), pigmen zat warna dan pelarut organik, serta *tensoactive* (*surfactant*) (Iwan, 2011). Limbah yang dibuang ke sungai telah menimbulkan pencemaran air dan mengganggu kehidupan akuatik. Pencemaran oleh limbah industri tekstil tersebut tampak

pada kondisi fisik disekitar air permukaan, berupa perubahan warna, kekeruhan air, bau yang kurang sedap, rusaknya tanah pertanian serta menurunnya hasil pertanian di sekitar daerah aliran sungai.

Pada April 2016, Masyarakat Rancaekek Bandung mengeluhkan limbah industri tekstil yang mencemari lahan pertanian mereka hingga kerugian yang didapat mencapai Rp 11,3 Triliun (Kompas.com). Pada tahun September 2012 terjadi pencemaran yang memprihatikan di Pekalongan. Pekalongan merupakan kota industri batik mulai dari industri skala besar, menengah, dan juga kecil. Berdasarkan uji laboratorium yang sampelnya berasal dari sungai yang melewati Desa Karangjampo, Tirta, Kabupaten Pekalongan menunjukkan bahwa kandungan amoniak, Fe, Mn yang tinggi dapat meracuni apabila masuk ke dalam tubuh. Sedangkan kandungan Clorida dan Sulfat yang tinggi dapat menyebabkan kesadahan air yang dapat merusak kesehatan. Oleh karena itu, perlu adanya alternatif untuk mengurangi dampak dari limbah industri tekstil agar tidak berbahaya bagi lingkungan maupun masyarakat, salah satunya adalah penggunaan zat warna alami. Daun pacar kuku dapat dijadikan sumber zat warna alami yang menghasilkan warna jingga dan daun tarum penghasil warna biru. Daun pacar kuku mengandung zat warna *lawsone* yang dapat diekstrak sebagai kristal berwarna kuning jingga maupun warna orange yang sangat pekat saat digunakan sebagai pewarna kulit, kuku, rambut, kain sutera dan wol. Sedangkan zat pewarna yang terkandung pada daun tarum diekstrak melalui perendaman dalam air. Senyawa glukosida indikan yang terkandung dalam daun tarum akan dihidrolisis menjadi senyawa indoksil dan glukosa, kemudian senyawa indoksil akan teroksidasi ketika terpapar udara sehingga muncul warna biru. (Chanayath et al.2002; Kasmudjo & Saktianggi.2011)

Ekstraksi adalah pemisahan atau pengambilan satu komponen yang terdapat di dalam suatu bahan padat atau cairan dengan menggunakan batuan pelarut berdasarkan perbedaan

kelarutan antara pelarut dan zat terlarut, efektivitas suatu proses ekstraksi juga ditentukan oleh kemurnian pelarut, suhu ekstraksi, metode ekstraksi dan ukuran partikel-partikel bahan yang diekstraksi. Makin murni suatu pelarut dan makin lama waktu kontak antara pelarut dengan bahan yang diekstraksi pada suhu tertentu, maka ekstrak yang dihasilkan makin banyak (Geankoplis, 2003).

Pengambilan zat warna *lawsone* pada daun pacar dan *indigo* pada daun tarum diperoleh melalui metode ekstraksi yang merupakan perpindahan massa zat warna dari padatan ke fase cairan (pelarut). Metode ekstraksi ini biasa disebut ekstraksi padat-cair (*leaching*) (McCabe, 1993). Ekstraksi zat warna dari daun pacar dan daun tarum dapat dilakukan dengan beberapa metode. Metode konvensional yang biasa dilakukan untuk ekstraksi antara lain metode maserasi, soxhletasi, dan metode refluks. Metode konvensional ini memiliki kelemahan yaitu membutuhkan pelarut dalam jumlah besar, waktu ekstraksi lama, dan hasil ekstrak yang kurang optimal. Selain metode konvensional saat ini dikembangkan metode ekstraksi dengan gelombang ultrasonik atau *Ultrasound Assisted Extraction* (UAE). Metode UAE merupakan suatu metode alternatif yang dikembangkan untuk mengoptimalkan proses ekstraksi. Oleh karena itu, penelitian ekstraksi zat warna alami dari daun pacar dan daun tarum menggunakan metode UAE memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan.

Gelombang ultrasonik memiliki frekuensi diantara 18 kHz – 100 MHz. Gelombang ultrasonik mampu menimbulkan efek kavitasi yang dapat merusak dinding sel tanaman sehingga memudahkan senyawa kimia terekstrak ke dalam pelarut. Penelitian yang dilakukan oleh S. Rouhani (2009), ekstraksi *curcuminoid* menggunakan metode UAE memberikan hasil ekstraksi tiga kali lebih banyak daripada metode ekstraksi konvensional. Waktu ekstraksi menggunakan UAE lebih cepat daripada menggunakan waktu ekstraksi yang dibutuhkan pada metode konvensional. Penelitian lain yang menggunakan metode

UAE dilakukan oleh Roldan Gutierrez (2008), menyatakan bahwa metode UAE mampu melakukan ekstraksi 18 kali lebih cepat dibandingkan dengan metode *steam distillation* dan 2,5 kali lebih cepat dibandingkan dengan metode *superheated water extraction* (SWE). Hal ini menunjukkan bahwa ekstraksi menggunakan metode UAE dapat menghemat energi dan biaya.

Dalam penelitian ini, ekstrak daun pacar kuku dan daun tarum dikemas dalam bentuk *powder*. Pemilihan pengemasan *powder* agar tahan lama dan tidak mudah berjamur. Akan tetapi kami akan melakukan uji FTIR dan Spektrofotometri UV-Vis untuk mengetahui komponen dalam bentuk serbuk maupun pasta sama atau tidak. Dari uji ini dapat diketahui juga absorbansi pada uji Spektrofotometri UV-Vis.

I.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana cara pembuatan zat warna alami dari daun pacar dan daun tarum dengan metode *Ultrasound Assisted Extraction* (UAE)?
2. Apa saja faktor – faktor yang mempengaruhi proses ekstraksi menggunakan metode UAE?
3. Berapa *yield* hasil ekstraksi dari metode UAE?
4. Bagaimana perbandingan uji Spektrofotometri UV-Vis pada ekstrak daun pacar kuku *powder* dan *liquid* pada variasi konsentrasi pelarut?
5. Bagaimana hasil pewarnaan daun pacar kuku pada berbagai pH dan daun tarum pada kain?
6. Bagaimana hasil uji FTIR pada ekstrak daun pacar kuku dan daun tarum?

I.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mempelajari cara pembuatan zat warna alami dari daun pacar dan daun tarum dengan metode *Ultrasound Assisted Extraction* (UAE)
2. Mengetahui faktor–faktor yang mempengaruhi proses ekstraksi menggunakan metode UAE.
3. Mengetahui besar *yield* hasil ekstraksi dari metode UAE untuk menentukan kondisi operasi yang sesuai.
4. Mengetahui perbandingan uji Spektrofotometri UV-Vis pada ekstrak daun pacar kuku *powder* dan *liquid* pada variasi konsentrasi pelarut.
5. Mengetahui hasil pewarnaan daun pacar kuku pada berbagai pH dan daun tarum pada kain
6. Mengetahui hasil uji FTIR pada ekstrak daun pacar kuku dan daun tarum.

I.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, yaitu:

1. Penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian lain yang tertarik dengan pengembangan metode ekstraksi zat warna alami dari daun pacar dan daun tarum.
2. Hasil penelitian dapat dijadikan referensi untuk pengembangan industri ekstraksi zat warna di Indonesia.
3. Zat warna alami diharapkan dapat menjadi alternatif untuk menggantikan zat warna sintetis.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Zat Warna

Menurut Swartz dan Elbe (1996), zat pewarna merupakan suatu bahan kimia yang memberikan warna. Proses pembuatan zat warna sintetik ini biasanya melalui perlakuan pemberian asam sulfat atau asam nitrat yang seringkali terkontaminasi oleh arsen atau logam berat lain yang bersifat racun sehingga berbahaya untuk kesehatan dan lingkungan (Winarno, 1997). Zat warna memiliki bermacam-macam klasifikasi seperti klasifikasi zat warna berdasarkan sumber diperolehnya, bentuk kimia, dan cara pemakaiannya. Klasifikasi zat warna berdasarkan sumber diperolehnya terdiri dari:

1. Zat warna alam adalah zat warna yang dibuat dengan menggunakan tumbuh-tumbuhan, binatang, dan mineral.
2. Zat warna buatan (sintetik) adalah zat warna yang dibuat dari hasil penyulingan residu dan minyak bumi.

Molekul zat warna merupakan gabungan dari zat organik tidak jenuh dengan kromofor sebagai pembawa warna dan auksokrom sebagai pengikat warna dengan serat. gugus kromofor merupakan suatu bagian dari molekul yang dapat menyerap panjang gelombang tertentu dari cahaya tampak dan merefleksikan warna tertentu. Umumnya gugus kromofor mengandung atom nitrogen, oksigen, atau sulfur. Ketiga atom tersebut dapat membentuk *single bond* atau *double bond*. Beberapa nama gugus kromofor dan struktur kimia yang berperan dalam penyerapan cahaya dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Gugus dan Struktur Kromofor

Group	Struktur
Karbonil	$>C=O$

Azo	-N=N-
Nitroso	-N=O
Nitro	-NO ₂
<i>Thio</i> -karbonil	-C=S
<i>Azomethine</i>	-N=C<

Sumber : Taqim, 2010

Gugus auksokrom merupakan suatu gugus fungsional bersifat jenuh yang jika terikat pada suatu gugus kromofor maka akan menyebabkan timbulnya pergeseran puncak serapan gugus kromofor tersebut ke panjang gelombang yang lebih besar dan juga mempertinggi intensitasnya. Gugus auksokrom yang tidak terikat dengan kromofor tidak dapat memberikan warna. Gugus auksokrom terdiri dari dua golongan (Taqim, 2010), yaitu :

- Golongan ion positif (kation) : -NH₂, -NHR, -NR₂
- Golongan ion negative (anion) : -OH, -COOH, -SO₂OH

Pada umumnya pewarna alami rentan terhadap pH, sinar matahari dan suhu tinggi serta umumnya bersifat higroskopis. Zat warna alam untuk bahan tekstil pada umumnya diperoleh dari hasil ekstrak berbagai bagian tumbuhan. Pengrajin-pengrajin batik telah banyak mengenal tumbuhan-tumbuhan yang dapat mewarnai bahan tekstil beberapa diantaranya adalah daun pohon nila (*indofera*), kulit pohon soga tingi (*Ceriops candolleana arn*), kayu tegeran (*Cudraina javanensis*), kunyit (*Curcuma*), teh (*Tea*), akar mengkudu (*Morinda citrifelia*).

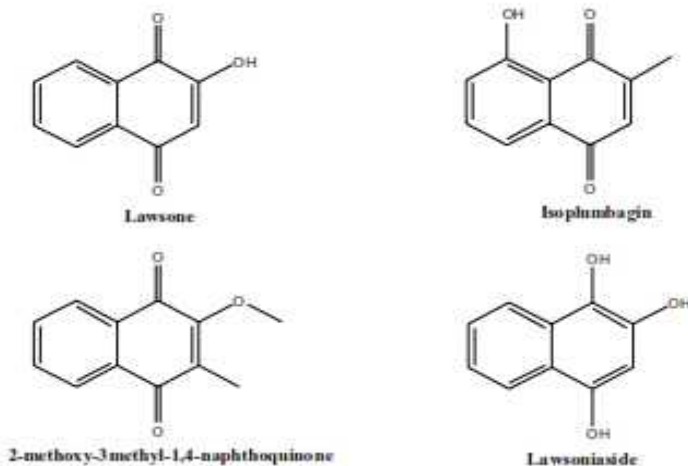
II.2 Daun Pacar Kuku (*Lawsonia Inermis L.*)

Pacar Kuku (Lat: *Lawsonia inermis L.*) adalah tanaman yang berasal dari Afrika Timur Laut dan Asia Barat Daya. Termasuk suku Lythaceae (bahasa latin). Ciri-cirinya yaitu batangnya perdu, tegak, cabang-cabangnya sering berujung

runcing. Daun berhadapan, berbentuk jorong atau jorong-lanset, panjang 1,5-5,0 cm. Perbungaan berupa malai, tumbuh di ujung cabang dan di ketiak daun, panjang 4 – 20 cm; bunga kuning muda, merah jambu, atau merah; sangat harum. Sementara buahnya berupa buah kotak, berbentuk bulat, atau bulat pipih, dan memiliki garis tengah $\pm 0,5$ cm. Daun pacar kuku mengandung zat warna lawsone yang dapat diekstrak sebagai kristal berwarna kuning jingga maupun warna orange yang sangat pekat saat digunakan sebagai pewarna kulit, kuku, rambut, kain sutera dan wol. Lawsone (2-hidroksi, 1,4 naftokuinon) merupakan kandungan pewarna utama daun pacar kuku dengan konsentrasi 1,0-1,4%. Daun *Lawsonia inermis* L. memiliki substansi zat warna yang bervariasi mulai dari merah, burgundy, kuning tua, coklat kemerahan sampai coklat (Shella Setiana, 2015).



Gambar 2.1 Daun Pacar Kuku (*Lawsonia Inermis* L.)



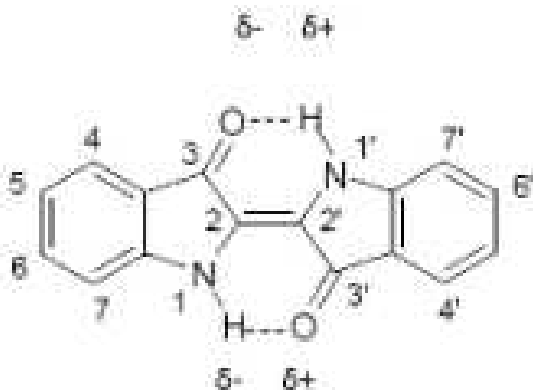
Gambar 2.2 Struktur kimia senyawa-senyawa naftokuinon dalam tanaman *Lawsonia inermis* L. (Chaudary et.all., 2010)

Selain lawsone, daunnya juga mengandung tannin (\pm 4,5%), digunakan untuk obat penghenti diare; serbuk daun digunakan untuk obat luka. Bunga mengandung minyak atsiri yang berbau seperti trimetil amina, digunakan dalam kosmetika. Biji mengandung minyak (10,5%). Kayu kelabu, keras, digunakan untuk membuat barang-barang kecil dan tusuk gigi (Shadily, Hassan.1984).

II.3 Daun Tarum/Nila (*Indigofera tinctoria* L.)

Tumbuhan ini dikenal dengan nama: Tom jawa, tarum alus, tarum kayu (Indonesia), indigo (Inggris), nila, tarum (Malaysia), tagung-tagung, taiom, taiung (Filipina). Merupakan tumbuhan asli Afrika Timur dan Afrika bagian Selatan serta telah diperkenalkan ke Laos, Vietnam, Filipina dan Indonesia (Sumatera, Jawa, Sumba dan Flores) (Adalina, dkk 2010). Pigmen warna yang ditimbulkannya dikelompokkan ke dalam

pewarna lemak karena ditimbulkan kembali pada serat melalui proses redoks, pewarna ini seringkali memperlihatkan kekekalan yang istimewa terhadap cahaya dan pencucian. Jenis-jenis indigofera dimanfaatkan secara luas sebagai sumber pewarna biru. Jenis ini sebagai tanaman penutup tanah dan sebagai pupuk hijau, khususnya diperkebunan teh, kopi dan karet. Daunnya digunakan dalam pengobatan tradisional untuk menyembuhkan penyakit ayan dan gangguan syaraf, untuk luka dan borok (Adalina, dkk 2010). Budidaya dan perdagangan internasional secara besar-besaran dimulai dalam abad 16 di India dan Asia Tenggara. Di Indonesia indigofera masih dibudidayakan di beberapa desa Pantai Utara Jawa dan diseluruh wilayah Indonesia Bagian Timur yang digunakan untuk mewarnai kain tradisional dan kain untuk keperluan upacara adat (Adalina, dkk 2010). Tanaman indigofera mengandung glukosida indikan. Setelah tanaman ini direndam di dalam air, proses hidrolisis oleh enzim akan mengubah indikan menjadi indoksil (tarum putih) dan glukosa. Indoksil dapat dioksidasi menjadi tarum biru. Kandungan daun *Indigofera arrecta* terdiri dari: N 4,46 %, P_2O_5 0,02%, K_2O 1,95%, CaO 4,48 % menurut bobot kering (Adalina, dkk 2010).



Gambar 2.3 Struktur Zat Warna Indigo



Gambar 2.4 Daun Tarum

Tanaman indigofera termasuk perdu kecil dan terna dengan percabangan tegak atau memencar, tertutup indumentum yang berupa bulu-bulu bercabang dua. Daunnya berseling, bersirip ganjil kadang-kadang beranak daun tiga atau tunggal. Bunganya tersusun dalam suatu tandan di ketiak daun, bertangkai, daun kelopaknya berbentuk genta bergerigi lima, daun mahkotanya berbentuk kupu-kupu. Buah bertipe polong, berbentuk pita, lurus atau bengkok, berisi 1-20 biji. Semainya dengan perkecambahan epigeal, keping bijinya tebal, cepat rontok. Dapat tumbuh hingga 1,650 meter di atas permukaan laut (dpl) dan tumbuh subur di tanah gembur yang kaya akan bahan organik. Sebagai tanaman penghasil pewarna di tanam di dataran tinggi dan sebagai tanaman sekunder di tanah sawah, lahan berdrainase cukup baik. Sebagai tanaman penutup tanah dapat ditanam di kebun dengan sedikit naungan atau tanpa naungan. Menyukai iklim panas dan lembab dengan curah hujan tidak kurang dari 1.750 mm/th (Adalina, dkk 2010).

II.4 Senyawa Aktif pada Pewarna Alami

Berikut ini merupakan ringkasan umum mengenai kandungan senyawa aktif yang ada pada pewarna alami

Tabel II.2 Sifat - sifat Senyawa Aktif pada Pewarna Alami

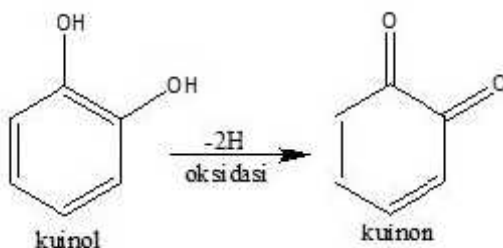
Golongan	Jumlah Pigmen	Warna	Sumber senyawa	Larut Dalam	Kestabilan
Antosianin	120	Oranye, merah	Tanaman	Air	Peka terhadap pH dan panas
Flavonoid	600	Tak berwarna, kuning	Tanaman	Air	Agak tahan panas
Beta Antosianin	20	Tak berwarna	Tanaman	Air	Tahan panas
Tanin	20	Tak berwarna, kuning	Tanaman	Air	Tahan panas
Betalain	70	Kuning, merah	Tanaman	Air	Peka pada panas
Kuinon	200	Kuning sampai hitam	Tanaman, bakteri, algae	Air	Tahan panas
Xanton	20	Kuning	Tanaman	Air	Tahan panas
Karotenoid	300	Tak berwarna	Tanaman	Lemak	Tahan panas
Khlorofil	25	Hijau, cokelat	Tanaman	Air, lemak	Peka pada panas

(Clydesdale FM, Francis FJ, 1979)

II.4.1 Kuinon

Warna pigmen kuinon alam beragam, mulai dari kuning pucat, sampai ke hampir hitam. Walaupun mereka tersebar luas dan strukturnya sangat beragam, sumbangannya terhadap warna tumbuhan tinggi nisbi kecil. Jadi pigmen ini sering terdapat pada kulit, galih atau akar. Penyebarannya dalam tumbuhan tinggi telah diteliti terutama karena antrakuinon tertentu. Kuinon adalah

senyawa berwarna dan mempunyai kromofor dasar seperti kromofor pada benzokuinon, yang terdiri atas dua gugus karbonil yang berkonyugasi dengan dua ikatan rangkap karbon-karbon. Untuk tujuan identifikasi, kuinon dapat dipilah menjadi empat kelompok : benzokuinon, naftokuinon, antrakuinon, dan kuinon isoprenoid. Tiga kelompok pertama biasanya terhidroksilasi menjadi senyawa fenol. Senyawa kuinon yang terdapat sebagai glikosida larut sedikit dalam air, tetapi umumnya kuinon lebih mudah larut dalam lemak dan akan terekstraksi dari ekstrak tumbuhan kasar bersama-sama dengan karotenoid dan klorofil. Senyawa antrakuinon dan kuinon mempunyai kemampuan sebagai anti biotik dan penghilang rasa sakit serta merangsang pertumbuhan sel baru pada kulit (Kristiana, 2008).

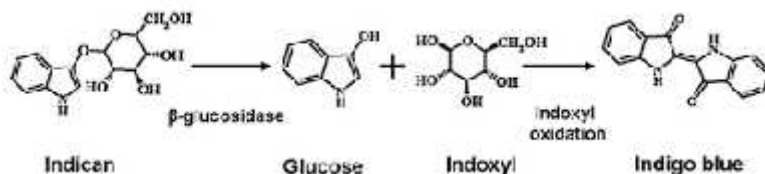


Gambar 2.5 Struktur Kuinon

II.4.2 Pengambilan Zat Warna Indigo

Indigo merupakan kelompok senyawa karbonil, adalah salah satu zat pewarna tertua yang dikenal dalam hal zat pewarna alami. Merupakan derivat (turunan) dan kelompok senyawa organik glukosida yang tidak berwarna dari bentuk "enol"nya dari suatu indoksil, misalnya indikan. Tanaman nila (indigofera) mengandung glukosida indikan. Setelah tanaman ini direndam di dalam air terjadi proses hidrolisis oleh enzim, menurut Hassan Shadily dan Prof. Mr. Ag. Pringgodigdo dalam bukunya disebutkan bahwa glukosida indikan juga dapat dihidrolisis dengan asam encer, dalam

bukunya yang berjudul pengantar kimia buku panduan mahasiswa kedokteran Darmin Sumardjo menyebutkan asam yang digunakan untuk menghidrolisis gugus glikosida adalah asam mineral, yang akan mengubah indikan menjadi indoksil (tarum) dan glukosa. Indoksil dapat dioksidasi menjadi indigo dengan warna biru (Adalina, dkk 2010; Shadily dan Pringgodigdo 1973; Sumarjdo 2006)



Gambar 2.6 Proses Pengambilan Indigo

(Kim et al 2009)

II.5 Spektrofotometri

Spektrofotometri adalah suatu metode uji kimia secara kuantitatif berdasarkan penyerapan radiasi elektromagnetik oleh suatu media yang berupa padatan, larutan, atau gas pada panjang gelombang tertentu. Alat yang digunakan disebut spektrofotometer. Spektrofotometer terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektrometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau cahaya yang diabsorpsi (Khopkar, 2007).

Spektrofotometri ini hanya terjadi bila terdapat perpindahan elektron dari tingkat energi yang rendah ke tingkat energi yang lebih tinggi. Perpindahan elektron tidak diikuti oleh perubahan spin, hal ini dikenal dengan sebutan tereksitasi singlet (Khopkar, 2007). Keuntungan utama pemilihan metode spektrofotometri adalah metode ini sangat sederhana untuk menetapkan kuantitas zat yang sangat kecil.

Prinsip dasar spektrofotometri adalah sampel dikenakan sinar pengeksitasi yang dihasilkan dari proses monokromatisasi spektrum putih (IR/cahaya/UV). Pengukuran dilakukan

berdasarkan teknik serapan (hanya analisis kuantitatif), terusan, pantulan, pendar, dan emisi serta transreflektansi (terutama pada inframerah).

II.5.1 Spektrofotometer UV-Visible

Spektrofotometer UV-Visible dapat mengitung absorbansi atau transmittan suatu molekul dikarenakan adanya transisi elektronik dan spektra absorpsi elektronik yang dihasilkan oleh interaksi antar molekul yang mempunyai gugus kromofor dengan radiasi elektromagnetik pada daerah UV-Visible dengan panjang gelombang 100-780 nm. Prinsip analisis dengan spektrofotometer UV-Visible adalah berdasarkan pada serapan sinar UV atau *visible* terhadap molekul-molekul zat yang dianalisis pada panjang gelombang tertentu. Pemilihan panjang gelombang didasarkan pada spektrum absorpsi dari zat yang diukur yaitu panjang gelombang yang menghasilkan nilai absorbansi terbesar dan memberikan sensitifitas yang tinggi.

Prinsip kerja dari spektrofotometer UV-Visible adalah sumber cahaya yang datang berupa sinar polikromatik dilewatkan melalui monokromator sehingga menjadi sinar monokromatik, kemudian diteruskan melalui sel yang berisi contoh. Sebagian sinar akan diserap oleh sel dan sebagian lagi akan diteruskan ke fotosel yang berfungsi untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan oleh fotosel memberikan signal pada detektor yang kemudian akan diubah menjadi nilai serapan (absorbansi) dari zat yang dianalisis.

Spektrofotometri *visible* melibatkan spektrofotometer, alat yang dapat bekerja dengan spektrum elektromagnetik tampak. Beberapa spektrofotometer dibangun dengan kemampuan analisis spektrum elektromagnetik UV dan *visible*. Dengan demikian spektrofotometer UV dan *visible* dapat digunakan dalam rentang panjang gelombang 100-370 nm untuk UV dan 371-780 nm untuk *visible* (Khopkar, 2007).

Serapan yang dialami oleh molekul senyawa dapat mengalami pergeseran panjang gelombang maupun pergeseran

intensitas absorpsi. Pergeseran ini dioengaruhi oleh penggunaan pelarut untuk uji spektrofotometer *UV-Visible*. Pergeseran panjang gelombang menuju panjang gelombang yang lebih panjang disebut pergeseran batokromik atau pergeseran merah. Pergeseran panjang gelombang menuju panjang gelombang lebih pendek disebut pergeseran hipsokromik atau pergeseran biru. Peningkatan intensitas absorpsi disebut efek hiperkromik, sedangkan penurunan intensitas absorpsi disebut efek hipokromik.

Warna larutan sampel juga memiliki peranan penting dalam uji kualitatif menggunakan spektrofotometer *UV-Visible*. Warna larutan memiliki pengaruh terhadap besarnya serapan atau pemantulan energi. Mata manusia melihat warna komplemen dari energi yang diserap oleh suatu material seperti pada Tabel 2.5.

Tabel II.3 Warna Terserap dan Warna Komplementer

Panjang gelombang	Warna terserap	Warna komplementer
650-780	Merah	Biru-hijau
595-650	Jingga	Biru muda
560-595	Kuning-hijau	Ungu
500-560	Hijau	Merrah-ungu
490-500	Hijau-biru	Merah
480-490	Biru muda	Jingga
435-480	Biru	Kuning
371-435	Ungu	Kuning-hijau

(Khopkar, 2007)

II.5.2 Analisis Spektrofotometri UV-VIS

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menganalisis kadar indigo adalah spektrofotometri dengan pelarut organik, titrimetri redox untuk mengetahui leuko indigo yang teroksidasi dan hidrodinamik voltametri (Vuorema 2008)

Spektrofotometri merupakan salah satu metode dalam kimia analisa yang digunakan untuk menentukan komposisi suatu sampel baik secara kuantitatif dan kualitatif yang didasarkan pada interaksi antara materi dengan cahaya. Sedangkan peralatan yang digunakan dalam spektrofotometri disebut spektrofotometer. Cahaya yang dimaksud dapat berupa cahaya visibel (380–700 nm), UV (200–380 nm) dan inframerah (700–3000 nm), sedangkan materi dapat berupa atom dan molekul namun yang lebih berperan adalah elektron yang ada pada atom ataupun molekul yang bersangkutan (Mayangsari dkk 2012).

Warna larutan kimia tergantung pada jenis sinar yang dipancarkan dan ditangkap oleh mata, sehingga senyawa kimia ada yang berwarna atau tidak. Spektrofotometer merupakan alat pengukur kualitatif dan kuantitatif karena jumlah sinarnya yang diserap oleh partikel di dalam larutan juga tergantung pada jenis dan jumlah partikel (Anwar dan Adjuwana 1989). Warna indigo sangat dipengaruhi oleh keadaan fisik zat warna dan lingkungan di sekitarnya, misalnya pada fasa uap zat warna indigo berwarna merah, sedangkan pada fasa padat menjadi berwarna biru. Zat warna indigo juga bersifat solvatokromik, yaitu akan berbeda warnanya bila dilarutkan dalam pelarut yang berbeda kepolarannya. Dalam hal ini akan terjadi efek hipsokromik atau terjadi penurunan panjang gelombang maksimumnya bila kepolaran pelarutnya berkurang, hal tersebut karena jika pelarut kurang polar maka ikatan hidrogen intramolekuler akan berkurang, sehingga struktur zat warna dapat memuntir dan menjadi kurang planar (Mayangsari dkk 2012). Keuntungan dari

analisis spektroskopi adalah sangat sedikitnya sampel yang digunakan untuk analisis lengkap (Markham 1988)

II.6 Ekstraksi

Ekstraksi adalah suatu metoda operasi yang digunakan dalam proses pemisahan suatu komponen dari campurannya dengan menggunakan sejumlah massa bahan (solven) sebagai tenaga pemisah. Apabila komponen yang akan dipisahkan (solute) berada dalam fase padat, maka proses tersebut dinamakan pelindihan atau leaching. Proses pemisahan dengan cara ekstraksi terdiri dari tiga langkah dasar.

1. Proses penyampuran sejumlah massa bahan ke dalam larutan yang akan dipisahkan komponen – komponennya.
2. Proses pembentukan fase setimbang.
3. Proses pemisahan kedua fase setimbang.

Di bidang industri, ekstraksi sangat luas penggunaannya terutama jika larutan yang akan dipisahkan terdiri dari komponen – komponen :

1. Mempunyai sifat penguapan relatif yang rendah.
2. Mempunyai titik didih yang berdekatan.
3. Sensitif terhadap panas.
4. Merupakan campuran azeotrop.

Komponen – komponen yang terdapat dalam larutan, menentukan jenis/macam solven yang digunakan dalam ekstraksi. Pada umumnya, proses ekstraksi tidak berdiri sendiri, tetapi melibatkan operasi – operasi lain seperti proses pemungutan kembali solven dari larutannya (terutama fase ekstrak), hingga dapat dimanfaatkan kembali sebagai tenaga pemisah. Untuk maksud tersebut, banyak cara yang dapat dilakukan misalnya dengan metode distilasi, pemanasan sederhana atau dengan cara pendinginan untuk mengurangi sifat kelarutannya.

II.7 *Ultrasound-Assisted Method*

Salah satu metode ekstraksi modern yang kini dikembangkan adalah *Ultrasound-Assisted Method* (UAE).

Ultrasonik diklasifikasikan berdasarkan range frekuensi sebagai daya ultrasonik (20-100kHz) dan (1-10 MHz). Ketika liquid diradiasikan dengan ultrasonik, gelembung-gelembung mikro bermunculan, gelembung kemudian tumbuh dan bergerak dengan sangat cepat dan saling berbenturan satu sama lain apabila tekanannya cukup tinggi. Benturan tersebut terjadi pada bagian permukaan dari bahan yang akan diekstraksi yang akan menghasilkan pancaran mikro dan kejutan gelombang. Lebih dari itu, dalam fase larutan yang menyelimuti partikel-partikel, pencampuran mikro yang tinggi akan meningkatkan panas dan transfer massa bahkan difusi dari kandungan di dalam pori dari solid (Contamine et al., 1994). Dalam beberapa proses ekstraksi zat warna alami, metode ultrasonik digunakan sebagai alat untuk menaikkan transfer massa zat warna dari bahan tumbuhan dan mentransportkannya ke pelarut. Oleh sebab itu, metode *Ultrasound Assisted Method* menguntungkan untuk mengekstraksi pewarna alami (Sivakumar, 2011).

II.7.1 Gelombang Ultrasonik

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang yang memiliki kisaran frekuensi antara 18 kHz hingga 100 MHz. Berdasarkan kisaran frekuensi yang lebar, maka gelombang ultrasonik dapat dikelompokkan menjadi 2 tipe sesuai dengan kegunaannya (Mason, 2004), yaitu :

1. *Power Ultrasound*

Gelombang ultrasonik dengan frekuensi 20 kHz hingga 100 kHz yang dapat digunakan untuk *clearing plastic welding sonochemistry*.

2. *Diagnostic ultrasound*

Gelombang ultrasonik dengan frekuensi 1 MHz hingga 100 MHz yang dapat digunakan dalam bidang kesehatan (*medical diagnosis*) atau analisis kimia.

Perbedaan frekuensi pada tipe gelombang ultrasonik menunjukkan besarnya transmisi energi pada suatu medium yang dapat menimbulkan fenomena kavitasi. Gelombang ultrasonik

merupakan sumber potensial untuk meningkatkan reaksi kimia. Beberapa proses kimia ataupun proses industri bergantung pada gelombang ultrasonik antara lain proses *cleaning*, emulsifikasi, ekstraksi, peningkatan reaksi kimia, kristalisasi, oksidasi, dan lain-lain (Mason, 2004).

Pada proses ekstraksi, gelombang ultrasonik dapat memicu timbulnya kavitasi pelarut. Fenomena kavitasi (*cavitation*) merupakan proses terbentuknya gelembung-gelembung mikro dalam suatu cairan (pelarut). Fenomena kavitasi terjadi karena adanya tekanan gelombang yang berasal dari gelombang ultrasonik merambat melalui suatu medium dan menyebabkan molekul-molekul berosilasi. Munculnya fenomena kavitasi dapat disebabkan oleh dua hal, yaitu tegangan (*tension*) dan *local energy deposition* (Mason, 2004).

Terdapat dua jenis kavitasi yang terbentuk saat gelombang ultrasonik melewati medium, yaitu kavitasi stabil dan kavitasi sementara (*Transient cavitation*). Kavitasi stabil terbentuk akibat osilasi yang terjadi pada medium dengan ukuran gelembung yang besar, sedangkan kavitasi sementara terjadi diantara kavitasi stabil. Kavitasi sementara membentuk gelembung dengan ukuran kecil. Kavitasi stabil memiliki kontribusi besar selama proses *sonochemical*. Pembentukan kavitasi pada proses *sonochemical* dipengaruhi oleh tiga parameter, yaitu parameter *acoustic*, pelarut, dan eksternal (Mason, 2004).

Fenomena kavitasi sulit terjadi pada pelarut yang memiliki viskositas tinggi karena tekanan negatif pada area *rarefaction* tidak mampu mengatasi gaya kohesif pelarut. Pelarut dengan tegangan permukaan yang rendah dapat menurunkan nilai ambang kavitasi. Pelarut yang memiliki tekanan uap rendah akan sulit menginduksi kavitasi (Mason, 2004).

Pada media heterogen terdapat dua tipe pemecahan gelembung kavitasi. Tipe pertama adalah pemecahan gelembung kavitasi pada permukaan padatan karena adanya cacat permukaan, gas atau *impurities* yang terperangkap. Tipe kedua adalah

pemecahan gelembung kavitasi terjadi di area dekat permukaan sehingga mengakibatkan munculnya *microsteaming* pelarut. Pada mekanisme ekstraksi, kavitasi yang dihasilkan oleh gelombang ultrasonik dapat memecah dinding sel tanaman. Pecahnya dinding sel menyebabkan permeabilitas jaringan tanaman meningkat sehingga pelarut akan lebih mudah meresap dan mengekstrak senyawa.

Terdapat beberapa jenis konfigurasi reaktor gelombang ultrasonik, antara lain : sistem tanduk getar, bath, rambatan frekuensi ganda, rambatan frekuensi triple, sistem bath dengan getaran longitudinal, homogenizer tekanan tinggi, homogenizer kecepatan tinggi dan *plat orifice* (Gogate et al., 2006).

II.7.2 Sistem Ultrasonic Bath

Sistem *ultrasonic bath* memiliki beberapa desain tipe bath yang digunakan, yaitu:

1. Tank yang memiliki *transducer* dibagian bawah atau biasanya dikenal dengan *ultrasonic cleaning bath*. *Transducer* tidak langsung bersentuhan dengan cairan di dalam bath.
2. Tank yang memiliki elemen *transducer* langsung bersentuhan dengan cairan di dalam bath. desain ini disebut *ultrasonic bath reactor*.
3. Tank yang memiliki elemen *transducer* tertutup dan dirancang untuk tercelup ke dalam cairan di dalam bath.
4. *Cup-horn device* yang merupakan pelengkap dalam sistem probe.

Berdasarkan frekuensi yang digunakan, sistem *ultrasonic bath* diklasifikasikan menjadi dua tipe. Tipe pertama adalah *ultrasonic bath-low frequency*. *Ultrasonic bath-low frequency* umumnya memiliki range frekuensi sebesar 20-100 kHz, tipe ini adalah tipe sederhana yang dapat diaplikasikan di laboratorium. Desain alat yang digunakan untuk tipe ini adalah *ultrasonic cleaning bath* (Mason, 2004).

Tipe kedua yaitu *ultrasonic bath-high frequency* dengan range frekuensi 100 kHz – 1 MHz. *Ultrasonic bath-high*

frequency biasa diaplikasikan untuk suatu proses *sonochemistry* yang kompleks dan umumnya alat ultrasonik yang digunakan tidak mudah ditemukan di pasaran. Reaktor yang digunakan untuk melakukan *ultrasonic bath-high frequency* memerlukan desain khusus dan harganya relatif lebih mahal.

Keuntungan menggunakan sistem *ultrasonic bath*, yaitu :

1. *Ultrasonic bath-low frequency* merupakan metode yang dapat diaplikasikan untuk skala laboratorium.
2. Pada sistem *ultrasonic bath, acoustic field* akan terdistribusi secara merata pada cairan dalam bath.
3. Tidak memerlukan modifikasi alat, cukup menggunakan peralatan gelas laboratorium.
4. *Ultrasonic cleaning bath* harganya murah.

Ultrasonic cleaning bath yang kita ketahui selama ini banyak digunakan di bidang medis. Akan tetapi sekarang ini ultrasonik jenis *cleaning bath* dikembangkan penggunaannya yaitu, untuk proses kimia seperti ekstraksi, polimerisasi, sintesis dan kristalisasi. Menurut Wardiyati (2004), kelebihan pemakaian ultrasonik jenis *cleaning bath* adalah sebagai berikut :

- Mudah didapat secara umum atau luas
- Tidak mahal
- Daerah akustik terdistribusi secara merata
- Dapat menggunakan gelas reaksi biasa
- Bath dapat digunakan sebagai tempat reaksi

II.8 Penelitian Sebelumnya

1. Sivakumar (2011) dengan judul *Effective Natural Dye Extraction from Different Plant Materials using Ultrasound*, dengan bahan yang dibakai adalah berbagai macam bunga seperti *Green Wattle Bark, Marigold Flowers, Pomegranate rinds, 4'o clock plant flowers* dan *Cocks Comb flowers*. Analisa dengan menggunakan Spektrofotometri UV-VIS dan analisa gravimetri pada hasil zat warna. Hasil mengindikasikan bahwa kenaikan 13-100% pada efisiensi ekstraksi dari zat warna dari berbagai bahan tanaman

dikarenakan penggunaan ultrasonik. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa metode ultrasonik dapat diaplikasikan untuk mengekstraksi zat warna dari tanaman dengan cepat dan efektif.

2. A.Amar Muallimin (2013) dengan judul *Pewarna Alami Batik Dari Tanaman Nila (Indigofera) Dengan Metode Pengasaman*. Bahan yang digunakan adalah daun indigo yang baru berumur ± 2 bulan, aquades, asam klorida, asam sulfat, sodium hidroksida, gula jawa, kapur, tawas dan tunjung. Alat yang digunakan pada aerasi adalah glass beaker dan air pump daun nila direndam dalam asam dengan konsentrasi tertentu selama 24 jam. Filtrat hasil rendaman kemudian dioksidasi dengan cara mengalirkan udara pada filtrat menggunakan air pump selama 12 jam. Aplikasi sampel dilakukan dengan pencelupan kain pada larutan zat pengikat tunjung, tawas dan kapur. Hasil percobaan diperoleh bahwa semakin lama waktu aerasi, kadar indigo yang dihasilkan semakin tinggi. Konsentrasi asam klorida yang menghasilkan kadar indigo paling tinggi adalah pada konsentrasi 0,01 M dengan kadar indigo mencapai 26,88 ppm. Asam sulfat 0,01 M menghasilkan kadar indigo yang tinggi yaitu 29,20 ppm, dibandingkan dengan asam klorida 0,01 M. Penggunaan jenis zat pengikat pada aplikasi kain, memberikan kenampakan warna yang berbeda-beda. Dengan zat pengikat tunjung menghasilkan a biru tua kehijauan, kapur menghasilkan warna biru muda dan tawas menghasilkan warna biru
3. Dhiya Dini, Eric (2017) dengan judul *Ekstraksi Zat Warna Alami dari kayu Secang (Caesalpinia sappan Linn) untuk Aplikasi Produk Pangan*. Bahan yang digunakan adalah kayu secang dengan ukuran 35 mesh, pelarut etanol dan air. Pada penelitian ini menggunakan dua metode yakni *Ultrasound Assisted Extraction* (UAE) dan soxhletasi. Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa ekstraksi zat warna alami dari kayu secang menggunakan metode UAE

- memberikan hasil terbaik pada kondisi suhu 60 °C dan pelarut 60 % pada waktu ekstraksi 20 menit.
4. Dhaniar Rulandri, Delita (2014) dengan judul Pemanfaatan Limbah Kayu Nangka (*Artocarpus Heterophyllus Lam*) Sebagai Pewarna Alami Tekstil dengan Metode *Microwave-assisted Extraction*. Bahan yang digunakan yaitu kayu nangka. Pada penelitian ini menggunakan MAE sebagai alternative untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas ekstraksi pada bahan aktif. Parameter yang mempengaruhi ekstraksi pada kayu nangka antara lain yaitu daya yang digunakan, rasio bahan terhadap pelarut, jenis pelarut, dan waktu ekstraksi. Kemudian ekstrak yang dihasilkan akan dianalisa yield optimum ekstrak, analisa kualitatif kandungan pigmen dalam ekstrak, intensitas zat warna dengan menggunakan spektrofotometer, ketahanan luntur, dan validasi komponen senyawa dari ekstrak dengan *gas chromatography*.
 5. Gabriel Adedeji, Olukayode Yekin O. dan Taiwo Olayemi E. (2016) dengan judul penelitian Quantification of phytochemicals and biocide actions of Lawsonia inermis linn. Ekstraks against wood termites and fungi. Bahan yang digunakan kulit batang dan ekstrak daun Lawsonia inermis menggunakan metode Spektrofotometri dan Forlin Ciocalteu. Dalam penelitian ini bertujuan mengetahui seberapa baik ekstrak daun pacar kuku untuk melindungi kulit kayu darirayap dan jamur (*Triplochiton scleroxylon* dan *Vitex doniana*). Sampel kulit kayu diberi perlakuan di dalam etanol 70% dengan 5% dan 20% kadar ekstrak daun pacar kuku yang direndam selama 3 hari. Hasil ekstrak daun pacar kuku mencapai 5,7%. Sedangkan pada kulit batang pacar kuku mengandung alkanoid $273,16 \pm 0,25$ mg/g, flavonoid $6,81 \pm 0,10$ mg/g, fenol $51,39 \pm 0,28$ mg/g, saponin $47,98 \pm 0,27$ mg/g, dan tannin $54,22 \pm 0,30$ mg/g sedangkan pada daun mengandung alkanoid $236,60 \pm 1,32$ mg/g, flavonoid $4,43 \pm 0,05$ mg/g, fenol $30,96 \pm 1,15$ mg/g, saponin $21,41 \pm 0,44$

mg/g, dan tannin $37,44 \pm 0,24$ mg/g. Dari penelitian ini menunjukkan bahwa senyawa ekstraktif dari *Lawsonia inermis* memiliki sifat biosida terhadap rayap dan pembusukan oleh jamur sebagai pelindung pada kayu.

6. T.Chandrakalavathi, V.Sudha, M.Sindhuja, S.HariniPriya, dan R.Jeyalakshmi (2018) dengan judul penelitian Photosonoelectrochemical analysis of *Lawsonia inermis* (henna) and artificial dye used in tattoo and dye industry. Penelitian ini bertujuan untuk memahami mekanisme degradasi dan produk samping yang berbahaya sehingga dapat disimulasikan kondisi operasinya. Degradasi dapat terjadi Karena terkena sonifikasi, radiasi sinar UV, dan gangguan elektrokimia. Analisa yang digunakan yaitu Photosonoelectrochemical (PSEC) dengan menggunakan UV-Vis, FTIR, HPLC. Spektrofotometri UV-Vis dan HPLC mengidentifikasi pembentukan produk sampingan 3-etoksi naftakuinon dari Lawson dan 1-amino cyclobutadiene dari β -Phenylenediamine dimana dalam pewarna senyawa ini berbahaya.
7. Zainab (2013), dengan judul penelitian Pengaruh Konsentrasi Etanol sebagai Pelarut Pengekstraksi terhadap Kadar Naftakuinon dalam Ekstrak Daun Pacar Kuku (*Lawsonia inermis* L.). Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh pelarut terhadap kadar naftakuinon dalam sari daun pacar kuku. Bahan yang digunakan yang digunakan yaitu daun pacar kuku kering, kloroform, etanol, air, etanol. Daun pacar kuku dilarutkan ke dalam etanol 50%, 70%, 90%, dan 95%. Lalu sari daun pacar kuku ditotolkan pada 5 μ l pada lempeng silica gel F 254 dan dielusi dengan fase gerak campuran kloroform-metanol (17:3). Bercak discanning spectra dan dihitung luas area dengan KLT densitometry pada panjang gelombang maksimum yaitu pada 279 nm. Hasil optimasi menunjukkan pelarut yang paling banyak naftakuinon dari daun pacar kuku yaitu etanol 50% v/v dengan kadar $(1,43 \pm 0,1942)\% b/v$.

8. Endah S. dan Prima S. (2017) dengan judul Ekstraksi Zat Warna Alami dari Daun Jati Muda (*Tectona grandis*) dan Kayu Secang (*Caesalpinia sappan*) dengan Metode Ultrasound Assisted Extraction untuk Aplikasi Produk Tekstil. Penelitian ini bertujuan untuk faktor-faktor yang mempengaruhi proses ekstraksi, kondisi optimum, perbandingan metode sokletasi dan UAE, mengetahui kandungan dalam ekstrak, serta aplikasi zat warna dari bahan alami pada tekstil. Bahan yang digunakan yaitu kayu secang dan daun jati. Hasil ekstraksi yang optimum pada pH 10 waktu 20 menit untuk kayu secang dengan yield sebesar 18,50% sedangkan untuk daun jati pH 3 waktu 20 menit memiliki yield 42,79%.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Garis Besar Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu daun pacar (*Lawsonia inermis L.*) dan daun tarum (*Indigofera tinctoria*). Metode yang digunakan yaitu *Ultrasound Assisted Extraction* (UAE). Gelombang ultrasonik digunakan sebagai sumber radiasi ultrasonik yang dapat memberikan efek kavitasi dan efek termal dalam proses ekstraksi. Dengan menggunakan metode *Ultrasound Assisted Extraction* (UAE) akan memberikan hasil berupa ekstrak zat warna yang tertampung di dalam labu alas bulat. Pemisahan hasil ekstraksi dengan sampel dilakukan menggunakan penyaring vakum. Kemudian ekstrak dipanaskan menggunakan *water bath* sehingga diperoleh padatan zat warna. Selanjutnya dilakukan analisa komponen secara kualitatif pada ekstrak daun pacar maupun daun tarum.

III.2 Bahan dan Alat

III.2.1 Bahan

1. Daun pacar (*Lawsonia inermis L.*)
Daun pacar yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Timur Tengah.
2. Daun Tarum (*Indigofera tinctoria*)
Daun Tarum yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari tanaman yang berada di lingkungan Tuban, Jawa Timur
3. Aquadest
Aquadest digunakan untuk pelarut pada metode *Ultrasound Assisted Extraction* (UAE) dan sokletasi. Sedangkan air PDAM digunakan untuk *water bath*

4. Ethanol (C_2H_5OH)
Ethanol digunakan sebagai pelarut dan untuk analisa kualitatif kandungan kuinon dari hasil ekstrak zat warna daun pacar kuku.
5. NaOH dan CH_3COOH
 CH_3COOH dan NaOH digunakan untuk mengkondisikan pH pada ekstrak zat warna.
6. $Al_2(SO_4)_3$, dan $CaCO_3$
 $Al_2(SO_4)_3$, dan $CaCO_3$ untuk uji pewarnaan pada kain.
7. CaO ditambahkan pada ekstraksi daun tarum.

III.2.2 Alat

III.2.2.1 *Ultrasound Assisted Extraction* (UAE)

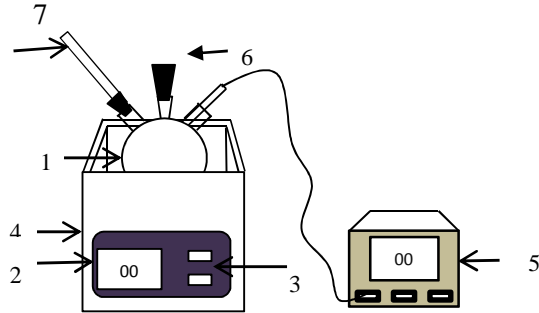
Rangkaian alat untuk metode *Ultrasound Assisted Extraction* (UAE) tersusun atas *ultrasonic cleaning bath* dan perangkat refluks. Perangkat tersusun atas labu alas bulat leher tiga dan kondensor. Pada metode ini digunakan indikator temperatur untuk mengetahui temperatur ekstraksi. Berikut ini adalah keterangan Gambar 3.1 :

- 1 = Labu alas datar leher tiga
- 2 = *Digital display*
- 3 = Tombol *mode*
- 4 = *Ultrasonic cleaning bath*
- 5 = Indikator temperatur (Thermocouple)
- 6 = Penutup karet
- 7 = Thermometer

Ultrasonic cleaning bath yang digunakan untuk penelitian ini adalah KRISBOW model KW1801033 memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- Tegangan = 240 V/ 50 Hz
- Daya = 100 W
- Frekuensi maksimum = 40 kHz
- Kapasitas tank 2,8 L
- Dimensi tank : Panjang = 23,5 cm, Lebar = 13,5 cm, dan Tinggi = 10 cm

- Dimensi *outer* : Panjang = 26,5 cm, Lebar = 16,5 cm, dan Tinggi = 24 cm



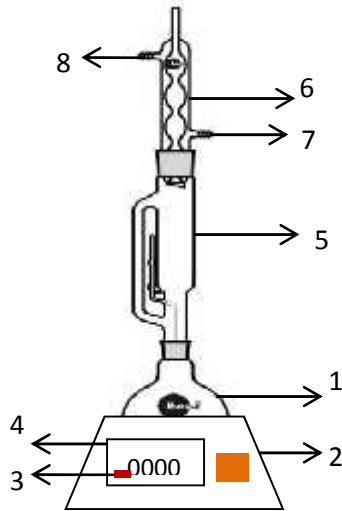
Gambar 3.1 Skema Rangkaian Alat Metode *Ultrasound Assisted Extraction* (UAE)

III.2.2.2 Sokletasi

Rangkaian alat untuk metode sokletasi tersusun atas *heating mantle*, *soxhlet*, dan perangkat refluks. Perangkat tersusun atas labu alas bulat dan kondensor. Berikut ini adalah keterangan Gambar III.2 :

1 = Labu alas bulat
 2 = *Heating Mantle*
 3 = Tombol *mode*
 4 = *Digital display*

5 = *Soxhlet*
 6 = Kondensor
 7 = Air masuk
 8 = Air keluar



Gambar 3.2 Skema Rangkaian Alat Metode Soklet

III.3 Variabel Penelitian

III.3.1 Variabel Kontrol

- Tekanan atmosferik
- Volume pelarut 100 mL
- Frekuensi : 40 Hz

III.3.2 Variabel Bebas

Variabel yang dilakukan pada penelitian meliputi :

- a. Pelarut : Aquades dan etanol
- b. Bahan : Daun Pacar Kuku Serbuk dan Daun Tarum Segar
- c. Konsentrasi Etanol : 20%, 40%, 60%, 80%, dan 96%
- d. Waktu ekstraksi : 5, 10, 20, 30 dan 60 menit.
- e. Suhu : 30°, 40°, 50°, dan 60°
- f. pH : 1,4, normal, 8 dan 10
- g. Ratio bahan terhadap pelarut: 0,01; 0,02; 0,04; 0,06; 0,08 dan 0,1

III.4 Prosedur Penelitian

III.4.1 Prosedur Penelitian Pada Daun Pacar Kuku

A. Metode *Ultrasound Assisted Extraction* (UAE)

1. Menimbang serbuk daun pacar kuku sesuai variabel.
2. Merangkai alat seperti pada gambar 3.1
3. Memasukkan pelarut sebanyak 100 mL ke dalam labu alas datar leher tiga.
4. Memasukkan serbuk daun pacar ke dalam labu alas bulat leher tiga sesuai rasio terhadap pelarut yang telah ditentukan.
5. Menyalakan *Ultrasonic cleaning bath* pada frekuensi 40 Hz dan suhu atmosferik
6. Melakukan ekstraksi selama waktu yang ditentukan.
7. Menghentikan proses ekstraksi.
8. Melakukan penyaringan ekstrak dari ampas serbuk daun pacar menggunakan sistem penyaringan vakum.
9. Merecovery etanol bila pelarut yang digunakan terdapat etanol
10. Memekatkan ekstrak dengan memanaskan di dalam *water bath* bersuhu 80 °C.
11. Menimbang padatan hasil ekstrak.
12. Menghitung *yield* dari massa ekstrak zat warna yang dihasilkan.
13. Mengulangi proses point 1 hingga 12 untuk dilakukan analisa Spektrofotometer UV Visible

B. Metode Sokletasi

1. Menimbang serbuk daun pacar kuku sebanyak 10 gram
2. Memasukkan serbuk daun pacar kuku yang sudah ditimbang ke dalam kertas saring, lalu dibungkus.
3. Memasukkan bungkus ke dalam soklet
4. Memasukkan pelarut 500 mL ke dalam labu alas bulat leher satu
5. Merangkai alat seperti gambar 3.2
6. Menyalakan *heating mantel* dan *condenser*.

7. Setelah larutan yang di dalam soklet bening, *heating mantel* dimatikan.
8. Larutan di masukkan ke dalam *beaker glass* dan dipekatkan di *water bath* bersuhu 80°C (untuk pelarut etanol, etanol terlebih dahulu di *recovery* menggunakan condenser Liebig)
9. Menimbang padatan hasil ekstrak.
10. Menghitung *yield* dari massa ekstrak zat warna yang dihasilkan.

III.4.2 Prosedur Penelitian Metode *Ultrasound Assisted Extraction* (UAE) pada Daun Tarum

1. Menimbang daun tarum segar sebanyak 2 gram
2. Merangkai alat seperti pada gambar 3.1.
3. Memasukkan pelarut sebanyak 100 mL ke dalam labu alas datar leher tiga.
4. Menyalakan *Ultrasonic cleaning bath* pada frekuensi 40 Hz dan suhu atmosferik.
5. Memasukkan serbuk daun tarum ke dalam *beaker glass* dengan ditutup hingga terendam sempurna.
6. Melakukan ekstraksi selama 1 jam
7. Melakukan penyaringan ekstrak dari ampas daun tarum menggunakan saringan untuk memisahkan larutan dengan daunnya
8. Daun yang sudah disaring diekstrak lagi selama 1 jam, diulangi hingga 2 kali.
9. Mengencerkan CaO padat 0,5 gram dengan aquadest 50 ml.
10. Menambahkan larutan CaO dengan ratio 0,05 (v/v) ke dalam larutan ekstrak.
11. Menginjeksi larutan dengan udara selama 1 jam
12. Mendiamkan selama 24 jam agar terbentuk endapan berwarna biru
13. Mendekantasi atau memisahkan endapan berwarna biru dengan larutan

14. Mendingkan selama 24 jam agar endapan berwarna biru mengering
15. Menimbang padatan hasil ekstrak.
16. Menghitung *yield* dari massa ekstrak zat warna yang dihasilkan.

III.4.3 Prosedur Uji dengan Spektrofotometer *UV-Visible* Pada Daun Pacar Kuku

Membuat spektrogram larutan ekstrak, dengan cara :

- a. Membuat larutan ekstrak dengan perbandingan 1:100 (ekstrak : aquadest) sehingga konsentrasi ekstrak sama.
- b. Mengambil aquadest dan sampel , lalu memasukkan ke dalam kuvet dan menguji nilai absorbansinya pada panjang gelombang *visible* (190 – 700 nm) untuk memperoleh panjang gelombang maksimum.
- c. Menscanning larutan ekstrak pacar kuku

III.4.4 Prosedur Uji dengan FTIR pada Daun Pacar Kuku dan Daun Tarum

Menscanning larutan ekstrak, dengan cara :

- a. Mengekstrak daun pacar kuku dan daun tarum
- b. Menscanning larutan ekstrak pacar kuku menggunakan FTIR

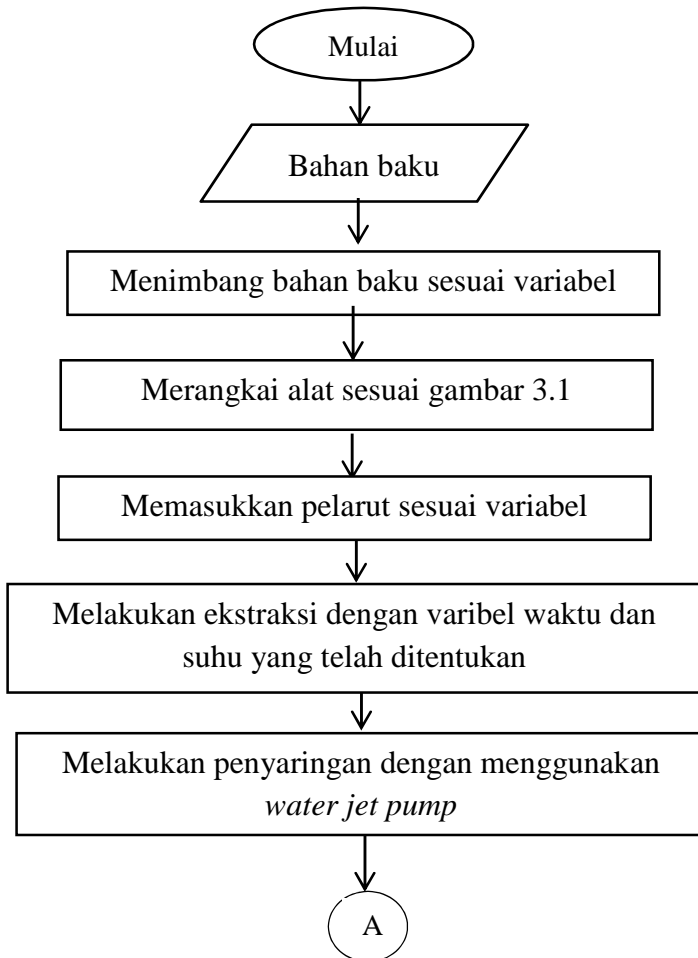
III.4.5 Prosedur Uji Pewarnaan pada Kain

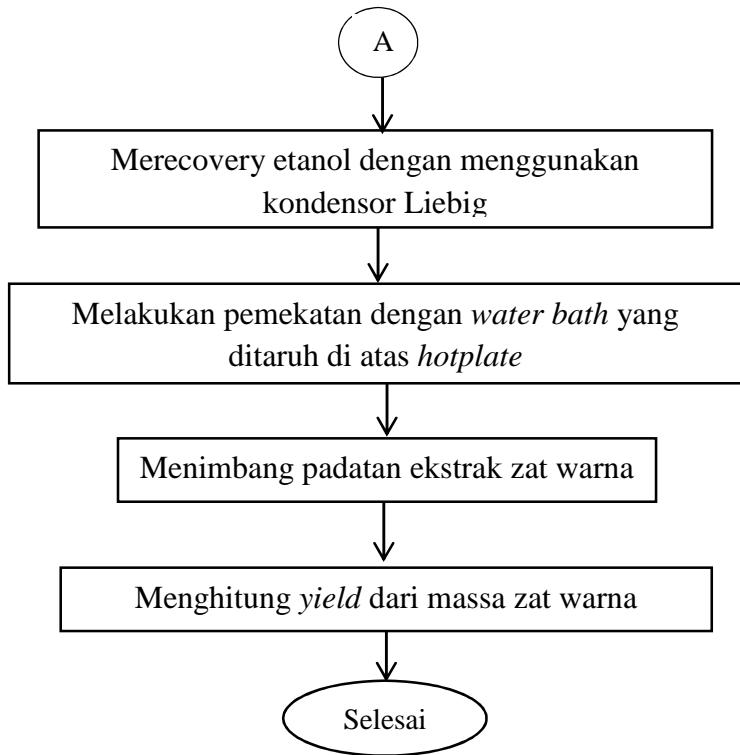
1. Mencilupkan kain katun dengan ukuran 5 x 5 cm dalam larutan zat warna alami pada suhu 40°C selama 15 menit.
2. Menjemur kain pada tempat yang tidak terkena sinar matahari langsung.
3. Mengulangi proses pencelupan dan penjemuran kain sebanyak 3 kali.
4. Melakukan fiksasi dengan penambahan larutan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dan CaCO_3 pada masing-masing kain dalam kondisi suhu kamar selama 15 menit.

5. Melakukan pencucian kain hingga bersih kemudian dikeringkan

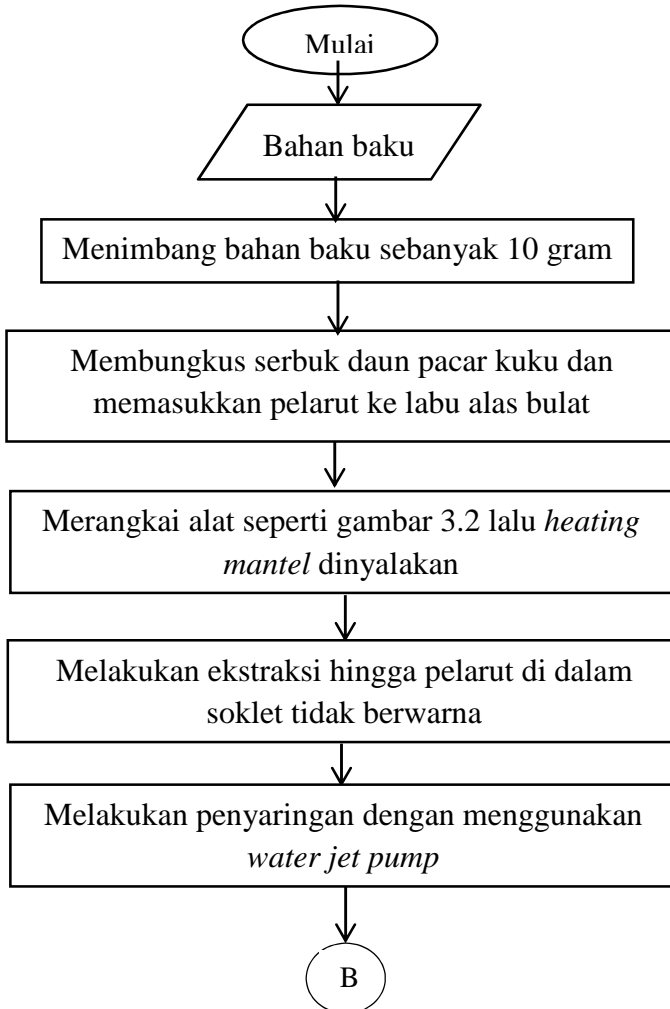
III.5 Diagram Alir Prosedur Penelitian

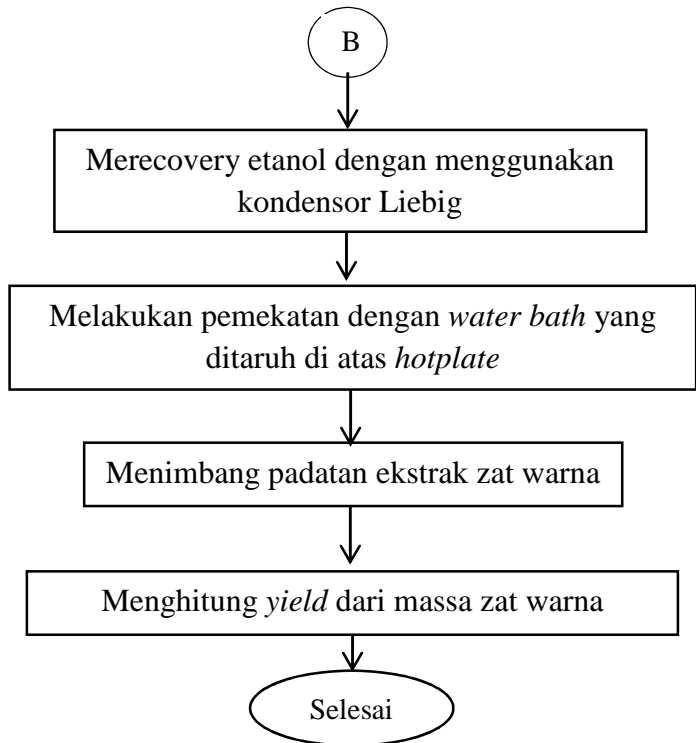
III.5.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian Daun Pacar Kuku (*Lawsonia Inermis L.*) menggunakan metode *Ultrasound Assisted Extraction*



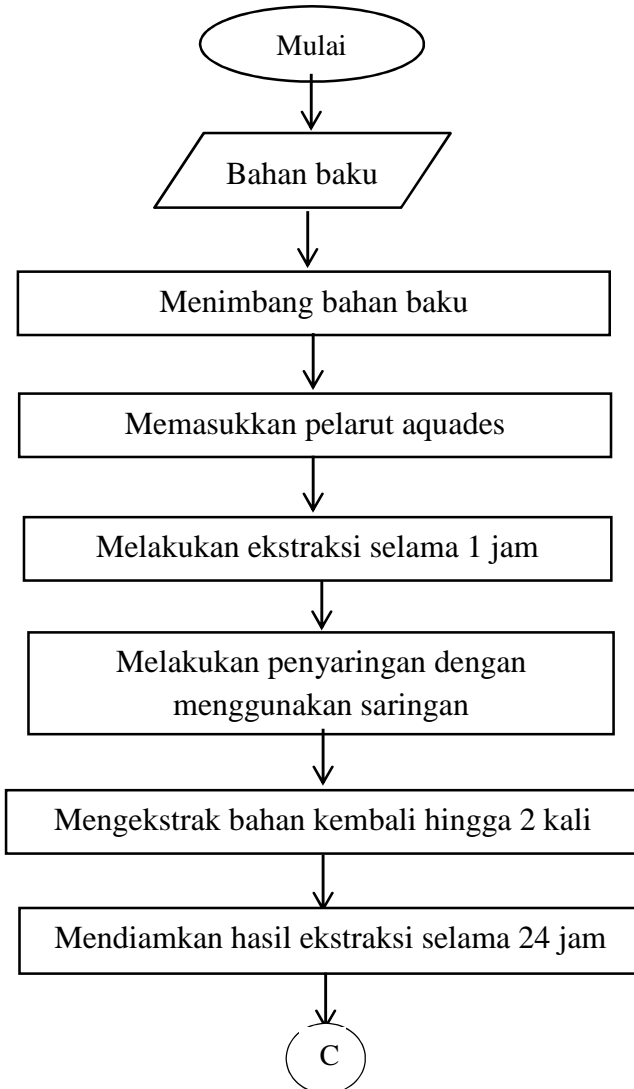


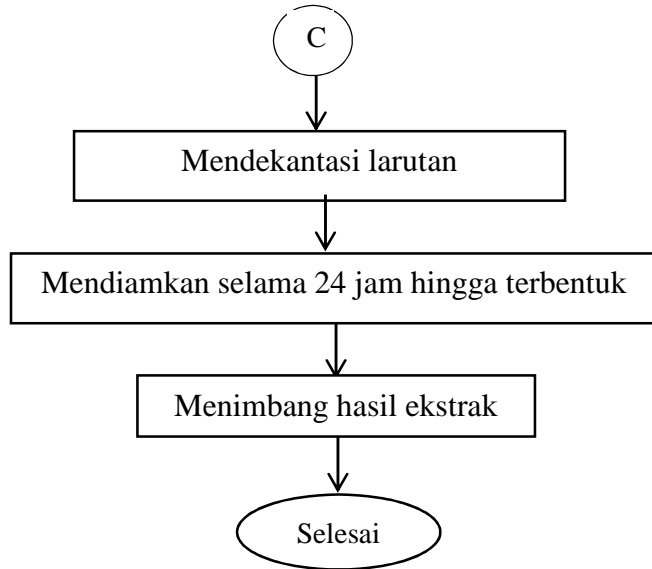
III.5.2 Diagram Alir Prosedur Penelitian Daun Pacar Kuku (*Lawsonia Inermis L.*) menggunakan metode sokletasi





III.5.3 Diagram Alir Prosedur Penelitian Daun Tarum (*Indigofera tinctoria*) menggunakan metode UAE





III.6 Besaran yang Diukur dan Analisa Terhadap Ekstrak Zat Warna

Besaran dan analisa yang akan dilakukan terhadap ekstrak zat warna yang diperoleh meliputi :

1. Perhitungan *yield*

$$\% y = \frac{m \quad p \quad e \quad z \quad w}{m \quad b \quad h a \quad b \quad k \quad y \quad d} \times 100\%$$

2. Menscanning hasil ekstraksi zat warna alami daun pacar (*Lawsonia inermis*) pada panjang gelombang (190nm-700nm) menggunakan spektrofotometer *UV-Visible* kemudian dianalisa pembacaan absorbansinya
3. Menscanning hasil ekstraksi zat warna alami daun pacar kuku dan daun tarum (*Indigofera tinctoria*) menggunakan FTIR kemudian dianalisa pembacaan transmiternya

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV PEMBAHASAN

IV.1 Kondisi Operasi Ekstraksi Zat Warna Alami dengan Menggunakan Metode UAE

Pada penelitian ini zat warna alami dari daun pacar kuku (*Lawsonia inermis L.*) dan daun tarum (*Indigofera tinctoria*) diekstrak menggunakan metode *Ultrasound Assisted Extraction* (UAE). Ketika liquid diradiasikan dengan ultrasonik, gelembung-gelembung mikro bermunculan, gelembung kemudian tumbuh dan bergerak dengan sangat cepat dan saling berbenturan satu sama lain apabila tekanannya cukup tinggi. Benturan tersebut terjadi pada bagian permukaan dari bahan yang akan diekstraksi yang akan menghasilkan pancaran mikro dan kejutan gelombang. Lebih dari itu, dalam fase larutan yang menyelubungi partikel-partikel, pencampuran mikro yang tinggi akan meningkatkan panas dan transfer massa bahkan difusi dari kandungan di dalam pori dari solid (Contamine, 1994).

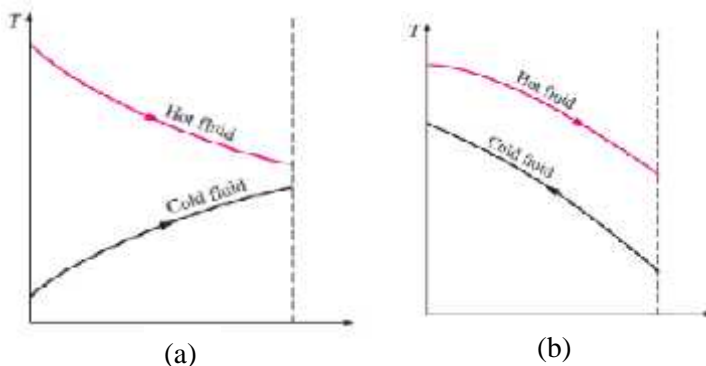
Dalam penelitian ini menggunakan frekuensi 40 Hz berdasarkan penelitian sebelumnya yakni Endah dan Prima (2017) dapat menghasilkan *yield* tertinggi yaitu 18,50% pada kayu secang dan 42,79% pada daun jati. Selain itu menurut Fathinatullabibah (2014) zat warna alami akan mudah terdegradasi jika suhu terlalu tinggi, sehingga kondisi operasi pada suhu kamar. Pelarut yang digunakan yakni aquades dan etanol. Pemilihan pelarut tersebut didasarkan pada komponen zat penyusun warna (tannin, flavonoid, dan quinon) yang bersifat polar, sehingga mudah larut dalam pelarut polar.

IV.1.1 Kondisi Operasi Ekstraksi Daun Pacar Kuku (*Lawsonia inermis L.*) dengan Menggunakan Metode UAE

Langkah awal percobaan pada bahan daun pacar kuku yaitu dengan menimbang daun pacar kuku di neraca analitik sesuai variabel. Variabel ratio (w/w) yang digunakan yaitu 0,01; 0,02; 0,03; 0,04; dan 0,05. Neraca analitik mempunyai ketelitian

yang tinggi. Serbuk daun pacar kuku dimasukkan ke dalam labu leher tiga alas datar lalu dilarutkan ke dalam 100 mL pelarut. Variable pelarut yang digunakan yaitu 0% , 20%, 40%, 60%, 80%, dan 96% etanol. Digunakan labu leher tiga alas datar untuk mengatur suhu dengan memasang thermometer dan thermocouple serta alasnya yang datar dapat menstabilkan posisi labu ketika proses UAE. Labu leher tiga dimasukkan ke dalam Ultrasound, lalu dipasang thermometer dan thermocouple. Termometer digunakan untuk mengukur suhu dalam larutan ekstrak dan thermocouple digunakan untuk mengukur temperature dengan rentang kecil serta ketelitian yang tinggi. Menambahkan air ke dalam water bath UAE melebihi batas larutan di dalam labu agar larutan terpapar getaran ultrasonic secara merata. Ultrasonik dinyalakan dengan kondisi operasi frekuensi 40 Hz dan setting suhu 60°C, selama variabel waktu tertentu. Variabel waktu yang digunakan yaitu 0,1,2,3,4,5,7,10,15, dan 20 menit. Setelah selesai proses ekstraksi di ultrasonik larutan disaring menggunakan water jet pump. Penggunaan pompa vakum ini untuk mempercepat proses penyaringan pada kertas saring untuk menyaring pengotor-pengotor pada ekstrak. Kemudian ekstrak dituang ke dalam glass beaker, lalu diletakkan di dalam water bath yang terletak di atas hot plate. Tujuannya untuk menguapkan pelarut sehingga zat warna menjadi bentuk serbuk. Lalu ekstrak yang sudah menjadi bubuk ditimbang menggunakan neraca analitik. Dari massa ekstrak digunakan untuk menghitung *yield*. Zat warna yang berbentuk serbuk memiliki kelebihan yaitu lebih tahan lama, ekonomis, praktis, dan tidak mudah berjamur. Untuk pelarut etanol sebelum diuapkan terlebih dahulu merecover etanol untuk menghemat kebutuhan pelarut etanol. Recovery etanol menggunakan condenser Liebig dengan prinsip aliran counter current. Pemilihan aliran counter current adalah aliran yang berlawanan arah untuk menghindari shock thermal pada condenser. Aliran panas dan aliran dingin masuk dan keluar secara berlawanan, aliran fluida dingin yang keluar suhunya lebih tinggi daripada aliran fluida panas sehingga tidak dibutuhkan

banyak media pemanas/pendingin. Jenis aliran ini dipilih karena lebih menguntungkan daripada aliran co-current (searah).



Gambar 4.1 Profil suhu (a) aliran co-current (b) aliran counter current

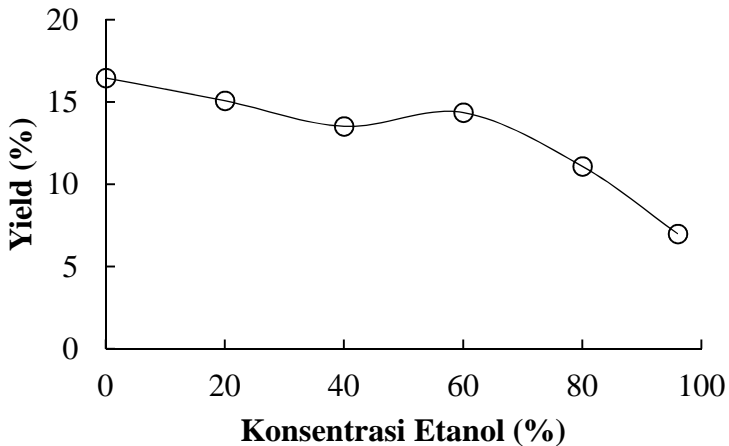
IV.1.1 Kondisi Operasi Ekstraksi Daun Tarum (*Indigofera tinctoria*) dengan Menggunakan Metode UAE

Dalam penelitian ini menggunakan daun tarum yang masih segar. Langkah awal percobaan yaitu menimbang daun tarum sebanyak 2 gram lalu dimasukkan ke dalam pelarut etanol 60% dan aquadest sebanyak 100 mL di dalam labu leher tiga. Daun tarum dicelupkan secara keseluruhan di dalam pelarut. Kemudian melakukan ekstraksi menggunakan Ultrasound Assisted Method selama 10 menit. Lalu disaring menggunakan water jet pump. Setelah itu larutan ekstrak daun tarum dituang ke dalam beaker glass dan ditambah dengan CaO yang sudah diencerkan. Tahap selanjutnya yaitu dengan mengaduk ekstrak menggunakan injeksi udara selama 1 jam. Penambahan CaO ini bertujuan agar larutan ekstrak daun tarum lebih mudah teroksidasi. Kemudian larutan dibiarkan semalam. Setelah 1 malam akan terbentuk endapan di bagian bawah, lalu dilakukan dekantasi untuk memisahkan endapan dengan cairan. Endapan

didiamkan sehari semalam sehingga menjadi padatan kering berwarna biru.

IV.2 Pengaruh Waktu, Konsentrasi Pelarut, Suhu dan Ratio terhadap Yield Hasil Ekstraksi dari Daun Pacar Kuku (*Lawsonia inermis L.*)

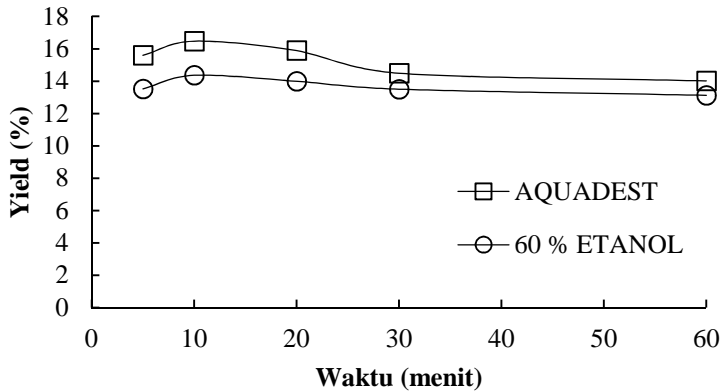
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu, konsentrasi pelarut, suhu, ratio terhadap *yield* hasil ekstraksi zat warna alami dari daun pacar kuku. Jenis pelarut yang digunakan yaitu aquadest dan etanol. Aquadest mampu mengekstrak senyawa yang memiliki kepolaran rendah hingga tinggi.



Gambar 4.2 Pengaruh Konsentrasi Etanol terhadap Hasil Ekstrak Daun Pacar Kuku dengan metode UAE pada waktu 10 menit suhu kamar

Pada gambar 4.2 hasil ekstraksi dengan metode UAE dengan divariasikan pada berbagai konsentrasi etanol menunjukkan hasil yang optimum pada konsentrasi 0% etanol atau

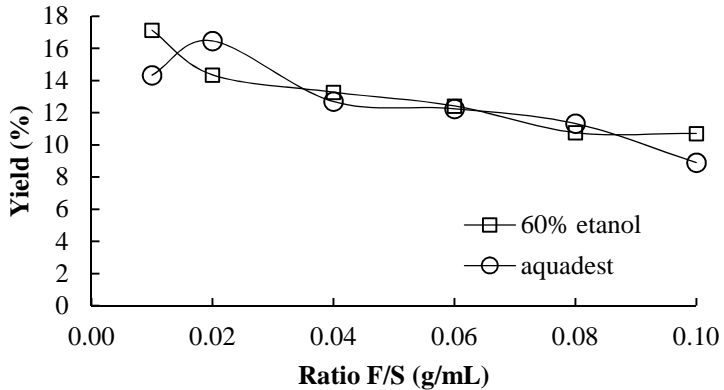
aquades. Pada grafik ini menjelaskan bahwa semakin besar konsentrasi etanol semakin kecil hasil ekstraksi yang didapat. Tetapi pada konsentrasi 60% etanol terjadi kenaikan *yield*, sehingga *yield* yang didapat lebih besar dari konsentrasi 40%. Zainab (2013) menjelaskan bahwa kadar naftaquinon yang diekstrak dari daun pacar kuku paling banyak yaitu pada 50% etanol dan aquadest. Senyawa Lawson dalam daun pacar kuku merupakan salah satu senyawa fenol yang kepolarannya termasuk semipolar sehingga akan lebih mudah larut dalam aquadest hingga campuran aquadest-etanol. Ekstrak daun pacar kuku sebagian besar memiliki molekul yang lebih mudah larut dalam aquadest daripada etanol 60%. Pemilihan pelarut air dan etanol ini berdasarkan karena di dalam ekstrak daun pacar kuku mengandung senyawa kimia yang merupakan komponen aromatic atau komponen organik jenuh. Maka dengan menggunakan pelarut etanol dan aquadest agar menghasilkan kadar naftaquinon yang tinggi. Chandrasekhar (2012) menjelaskan bahwa semakin tinggi kandungan air dalam etanol maka indeks polaritas pelarut semakin tinggi sehingga dapat meningkatkan efisiensi proses ekstraksi. Indeks polaritas air adalah 9,0 sedangkan etanol adalah 5,2. Sehingga dapat dikatakan bahwa air lebih polar dari etanol (Muhamad, 2014). *Yield* pelarut aquadest (16,47%) lebih tinggi dari pada 60% etanol (14,36%).



Gambar 4.3 Pengaruh Waktu terhadap Hasil Ekstrak Daun Pacar Kuku dengan metode UAE pada ratio 0,02 suhu kamar

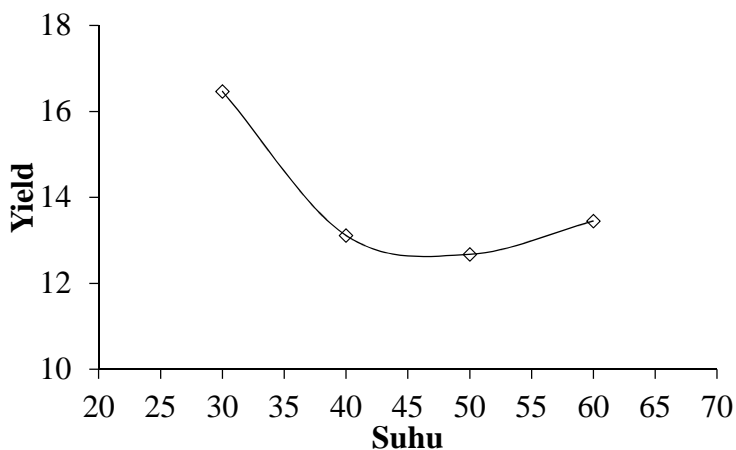
Pada gambar 4.3 hasil ekstraksi dengan metode UAE dengan menggunakan pelarut etanol 60% dan aquadest menunjukkan hasil optimum yaitu waktu ekstraksi pada 10 menit. Pada waktu ekstraksi 5 menit hingga 10 menit grafik *yield* mengalami kenaikan yang tinggi tetapi setelah waktu ekstraksi 10 menit grafik *yield* ekstrak mengalami kenaikan dan mulai cenderung konstan mulai dari titik 30 menit dan seterusnya. Grafik yang mulai konstan menandakan bahwa daya ikat pelarut terhadap ekstrak sudah maksimal (jenuh) yang artinya setelah waktu 30 menit pelarut tidak dapat mengikat ekstrak dari bahan daun pacar kuku lagi. Kandungan air pada pelarut menyebabkan terjadinya *swelling material* sehingga area kontak antara matriks tanaman dengan pelarut menjadi lebih besar sehingga hasil ekstraksi menjadi lebih banyak (Huang, 2009). Dengan begitu dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi indeks polaritas pelarut maka semakin banyak *yield* yang dihasilkan dari proses ekstraksi. Maka dapat disimpulkan bahwa waktu optimum untuk ekstraksi daun pacar kuku yaitu selama 10

menit. Waktu optimum ini akan digunakan untuk percobaan selanjutnya.



Gambar 4.4 Pengaruh Ratio terhadap Hasil Ekstrak Daun Pacar Kuku dengan metode UAE pada waktu 10 menit suhu kamar

Berdasarkan percobaan ratio bahan (F/S) menggunakan pelarut etanol 60% dan aquadest. Grafik menunjukkan *yield* optimum pada pelarut aquadest di ratio 0,02. *Yield* pada pelarut etanol 60% optimum pada ratio 0,01. Hal ini karena pada pelarut etanol ratio 0,01 masih terekstrak sempurna dan mengalami penurunan grafik *yield* yang signifikan dari ratio 0,01 hingga 0,02. Sedangkan ratio 0,02 hingga 0,04 dengan menggunakan pelarut etanol 60% sudah tidak terlalu signifikan penurunannya karena pada ratio 0,02 sudah mulai jenuh. Ketika pelarut sudah jenuh maka tidak dapat mengekstrak daun pacar kuku lagi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada ratio 0,02 adalah ratio optimum untuk mengekstrak daun pacar kuku dan akan digunakan untuk percobaan selanjutnya.



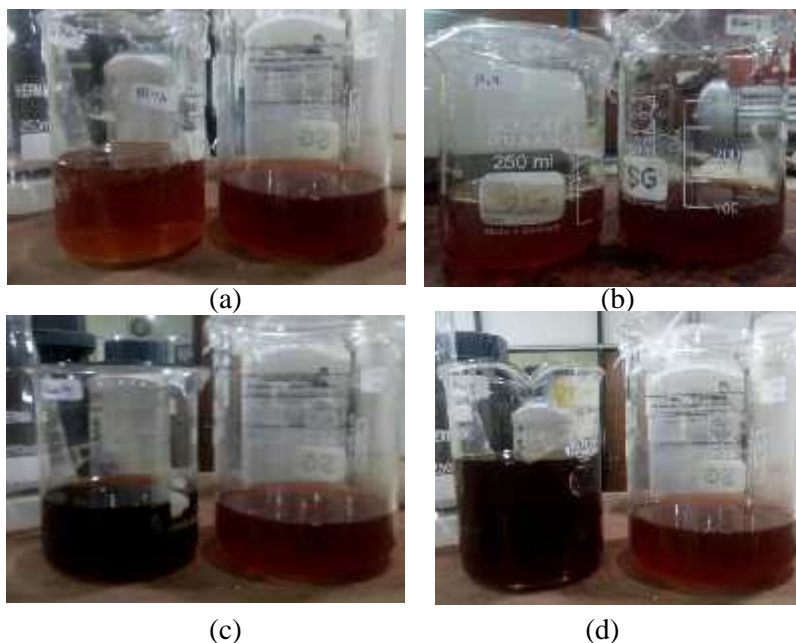
Gambar 4.5 Pengaruh Suhu terhadap Hasil Ekstrak Daun Pacar Kuku dengan metode UAE pada ratio 0,02, waktu 10 menit, pelarut aquadest

Berdasarkan grafik diatas hasil *yield* optimum pada suhu kamar yaitu sebesar 16,47% pada pelarut air. Untuk mencari suhu optimum digunakan variabel optimum pada percobaan sebelumnya yaitu ratio 0,02 dan waktu 10 menit serta menggunakan pelarut air.

IV.3 Pengaruh pH terhadap *Yield* Hasil Ekstraksi dari Daun Pacar Kuku (*Lawsonia inermis L.*)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui warna dari ekstrak daun pacar kuku akibat pengaruh perbedaan pH. Variabel yang digunakan yaitu pH 1,09; 4; 6,49; 8; dan 9,94. Setelah diekstrak dengan ratio 0,02, 10 menit, dan pada suhu kamar menggunakan pelarut aquadest. Kemudian ekstrak dituang pada 5 glass beaker untuk diberi penambahan pH yang sesuai dengan variabel. Untuk pH asam ditambahkan HCl 96% sedangkan untuk

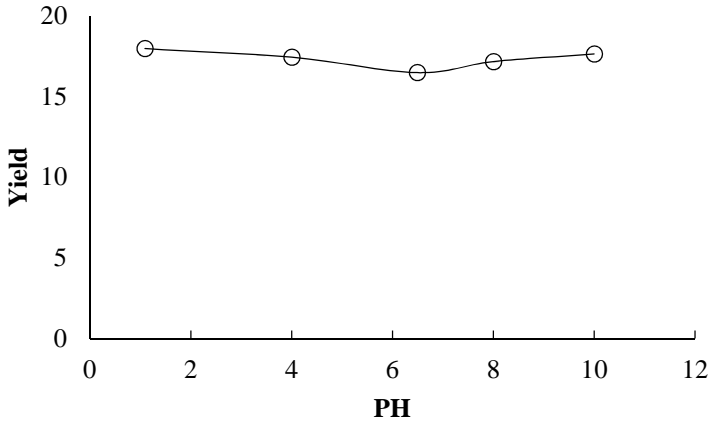
pH basa ditambah NaOH padatan sebanyak 2 gram yang dilarutkan dalam 50 mL aquadest menjadi 1 M. Penambahan HCl maupun NaOH menggunakan pipet tetes dan pengukuran pH menggunakan pH meter. Sebelum dicelupkan ke dalam ekstrak terlebih dahulu dikalibrasi dengan aquadest.



Gambar 4.6 Foto perbandingan larutan hasil ekstrak daun pacar kuku pada pH awal 6,49 dengan (a) larutan pada pH 1,09; (b) larutan pH 4; (c) larutan pH 8; dan (d) larutan pH 10

Berdasarkan percobaan pengaruh pH terhadap warna larutan ekstrak daun pacar kuku maka untuk pH asam semakin banyaknya HCl yang ditambahkan warna larutan semakin terang dan memudar sedangkan untuk pH basa semakin banyaknya NaOH yang ditambahkan maka warna larutan akan semakin kuat. Setelah penambahan HCl dan NaOH larutan diuapkan pada water

bath untuk menghilangkan kadar airnya. Kemudian ditimbang serbuknya dan dihitung *yield*nya.



Gambar 4.7 Pengaruh pH terhadap Hasil Ekstrak Daun Pacar Kuku menggunakan metode UAE pada suhu kamar, ratio 0,02, waktu 10 menit, pelarut aquadest

Berdasarkan grafik bahwa dengan penambahan NaOH maupun HCl *yield* lebih tinggi dari larutan pada pH awal. Semakin asam dan semakin basa larutan ekstraks daun pacar kuku maka akan semakin besar pula *yield*nya. Pada larutan yang pH nya 1 memiliki *yield* sebesar 17,96% dan pada larutan yang pH nya 10 memiliki *yield* sebesar 17,62% maka ketika larutan ditambahkan NaOH yang lebih banyak lagi *yield* juga akan semakin bertambah besar. Hal ini karena NaOH mengandung logam alkali yang akan menambah bobot dari ekstrak daun pacar kuku. Sehingga *yield*nya juga akan semakin bertambah besar.

IV.4 Pengaruh Waktu Ekstraksi terhadap Perubahan Warna Ekstrak Daun Tarum (*Indigofera tinctoria*)

Daun tarum diekstraksi selama 1 jam lalu disaring menggunakan kertas saring. Kemudian daun yang sudah disaring diekstraksi lagi selama 1 jam. Proses ekstraksi ini berlangsung selama 3 jam. Setelah diekstraksi ditambahkan CaO yang sudah diencerkan lalu ditambahkan aliran udara. Kemudian didiamkan selama kurang lebih 24 jam. Tujuan penambahan CaO ini agar ekstrak daun tarum mudah teroksidasi oleh udara dalam larutan alkali yang akan membentuk pigmen indigo (Henry, 2017). Indigo mempunyai senyawa karbonil yang merupakan derivat dari senyawa organik glukosida. Selama didiamkan indoksil akan terhidrolisis menjadi indigo yang ditandai dengan terbentuknya en

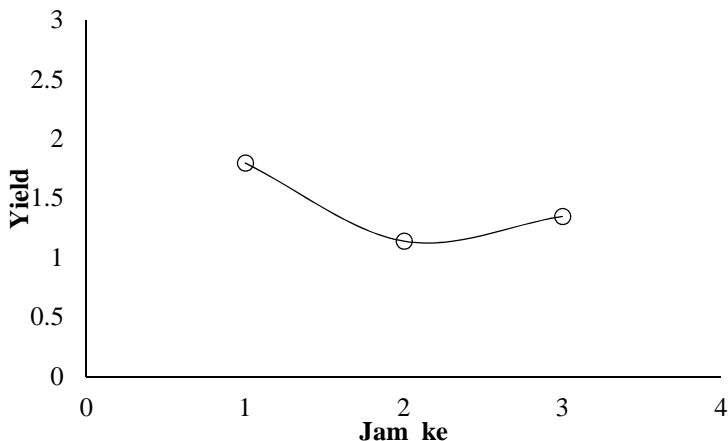


(a).

(b).

(c).

Gambar 4.8 Hasil Ekstraksi daun tarum (a) 1 jam pertama (b) 1 jam kedua (c) 1 jam ketiga dengan metode UAE



Berdasarkan Gambar 4.8 hasil ekstraksi daun tarum akan semakin sedikit dengan semakin lamanya waktu ekstraksi. Warna biru yang dihasilkan pada 1 jam pertama biru gelap, pada 1 jam kedua biru mulai memudar dan pada 1 jam ketiga warna birunya pudar. Maka dapat disimpulkan bahwa daun tarum dapat diekstrak baik (optimum) selama 2 jam.

Gambar 4.9 Pengaruh Waktu Ekstraksi terhadap Hasil Ekstrak Daun Tarum menggunakan Metode UAE pada suhu 30°C, ratio 0,03, pH normal, pelarut aquadest

Berdasarkan gambar 4.9 *Yield* optimum pada ekstrak daun tarum yaitu ketika 1 jam pertama yaitu sebesar 1,79%. Warna endapan yang dihasilkanpun pekat. Untuk 1 jam kedua terjadi penurunan *yield* dan juga warna yang dihasilkan semakin memudar.

IV.5 Perbandingan Metode Sokletasi dengan metode UAE

Metode Sokletasi adalah metode konvensional. Pada percobaan ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan *yield* antara metode konvensional dan metode UAE. Pada metode ini mula-mula daun pacar kuku ditimbang kurang lebih 10 gram. Lalu

dibungkus menggunakan kertas saring. Kertas saring yang sudah berisi daun pacar kuku dimasukkan ke dalam soklet. Kemudian soklet, kondensor, labu leher 1 yang berisi pelarut 500 mL, dan heating mantel dirangkai. Pelarut yang digunakan di dalam percobaan ini yaitu aquadest dan etanol 60%.



(a).



(b).

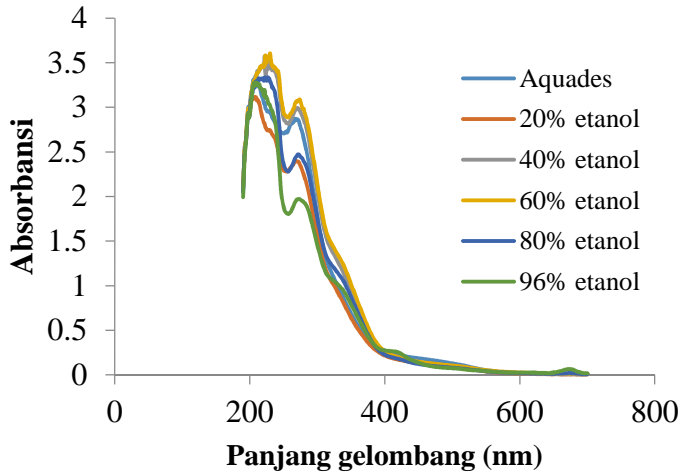
Gambar 4.10 Metode Ekstraksi secara (a) sokletasi dan (b) Ultrasound Assisted Method

Berdasarkan hasil percobaan *yield* terbesar untuk metode UAE pada pelarut aquadest sebesar 16,47% sedangkan pada pelarut etanol 60% yaitu 17,13% dengan waktu 10 menit. Untuk metode sokletasi memiliki *yield* pada pelarut etanol 60% yaitu 12,06% sedangkan untuk pelarut aquadest sebesar 15,98%. Waktu untuk sokletasi per *cycle* membutuhkan waktu 5-6 jam. Untuk pelarut aquadest membutuhkan 10 *cycle* dan untuk pelarut etanol 60% membutuhkan 12 *cycle*. Maka dapat disimpulkan bahwa metode UAE lebih efisien dan efektif untuk ekstraksi daun pacar kuku.

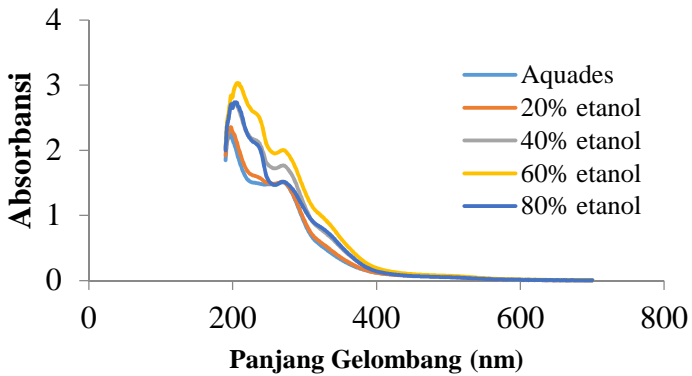
IV.6 Analisa Spektrofotometri *UV-Visible* Ekstrak Zat Warna Alami Daun Pacar Kuku (*Lawsonia inermis*)

Uji absorbansi digunakan untuk mengetahui jenis pewarna seperti apa yang ada di dalam ekstrak bahan. Ariviani (2010) menjelaskan bahwa kadar zat warna yang diekstrak sebanding dengan nilai absorbansinya. Uji absorbansi dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri *UV-Visible* tipe Thermo Scientific dengan membandingkan grafik hubungan antara absorbansi dengan panjang gelombang (nm). Untuk pewarna digunakan ekstrak daun pacar kuku dengan menggunakan pelarut aquades dan etanol 60%. Cahaya yang diserap suatu zat berbeda dengan cahaya yang ditangkap oleh mata manusia. Absorpsi maksimum dari larutan berwarna terjadi pada daerah warna yang berlawanan. (Suarsa, 2011).

Penggunaan panjang gelombang juga didukung penelitian Kristianingrum (2011) yang menyatakan bahwa panjang gelombang spektrofotometer *UV-Visible* yang digunakan untuk mengukur spektrum tampak dan warna – warna komplementer adalah dari panjang gelombang 340 – 750 nm. Senyawa dapat dianalisis dengan spektrofotometer *UV-visible* jika dalam strukturnya terdapat gugus kromofor atau terdapat auksokrom yang menempel pada kromofor sehingga dapat menyebabkan pergeseran ke arah panjang gelombang lebih tinggi. Auksokrom adalah gugus yang memiliki pasangan elektron bebas, gugus yang termasuk auksokrom yaitu $-OH$, $-O$, $-NH_2$, dan $-OCH_3$. Kromofor merupakan gugus pembawa warna, gugus kromofor dapat berupa ikatan rangkap terkonjugasi, gugus karbonil, dan senyawa aromatik (Duan, 2014).



Gambar 4.11 Spektrum serapan UV-Visible pada sampel ekstrak cair dengan waktu ekstraksi 10 menit dan rasio terhadap pelarut 0,02



Gambar 4.12 Spektrum serapan UV-Visible pada sampel ekstrak padatan dengan waktu ekstraksi 10 menit dan rasio terhadap pelarut 0,02

Berdasarkan hasil dari uji spektrofotometri UV-Vis bahwa kadar absorbansi maksimal yaitu pada pelarut etanol 60% memiliki absorbansi sebesar 3,6 di panjang gelombang 230 nm dan 3,09 pada panjang gelombang 274 nm untuk hasil ekstrak daun pacar kuku pada bentuk cair sedangkan kadar absorbansi maksimal pada bentuk padat atau serbuk sebesar 3,03 di panjang gelombang 206 nm dan 2 pada panjang gelombang 270 nm. Ekstrak daun pacar kuku pada bentuk serbuk lebih kecil absorbansi daripada bentuk cair. Menurut Khan et al) menjelaskan bahwa Lawson dengan pelarut etanol memiliki absorbansi 284 dan 332 nm (Pedersen, 2002). Pada penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa Lawson memiliki absorbansi pada pelarut etanol 246, 277, dan 333 nm. 246 menunjukkan bahwa adanya intramolekular ikatan hydrogen dari benzoquinone, 277 menunjukkan bahwa adanya delokalisasi electron dari benzoquinone menjadi cincin quinone, sedangkan 333 nm menunjukkan bahwa adanya naftaquinon dalam bentuk ikatan hydrogen dengan karbonil (Chandrakalavathi, et al, 2018). Maka dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun pacar mengandung senyawa quinon. hasil uji FTIR pada ekstrak daun pacar kuku dan daun tarum

IV.7 Analisa FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) pada Daun Pacar Kuku (*Lawsonia inermis*) dan Daun Tarum

Analisa FTIR bertujuan untuk mengetahui komposisi di dalam ekstrak daun pacar kuku dan daun tarum. FTIR digunakan pada daerah frekuensi 4000-400 cm^{-1} . Berdasarkan hukum Hooke (Silverstein, 2005) didapatkan absorbansi ikatan sebagai berikut :

Tabel 4.1 Daerah absorbansi yang digunakan pada Hukum Hooke

Bond Type	Force Constant f in dyne/cm	Absorption Region (cm^{-1})	
		Calculated	Observed
C—O	5.0×10^5	1113	1300–800
C—C	4.5×10^5	1128	1300–800
C—N	4.9×10^5	1135	1250–1000
C=C	9.7×10^5	1657	1900–1500
C=O	12.1×10^5	1731	1850–1600
C≡C	15.6×10^5	2101	2150–2100
C—D	5.0×10^5	2225	2250–2080
C—H	5.0×10^5	3032	3000–2850
O—H	7.0×10^5	3553	3800–2700

Tabel 4.2 Hasil Uji FTIR pada Ekstrak dengan Metode UAE

Peak Hasil Ekstrak dengan Metode UAE		
Daun Pacar Kuku		Daun Tarum
Aquadest	60%Etanol	Aquadest
3261,11	3262,84	3258,23
2923,54	1596,85	1624,2
1601,34	1368,21	1480,62
1365,87	1231,95	1159,28
1257,78	1022,59	1393,45
1023,38		1317,22
		1298,34
		1198,94
		1173
		1124,25
		1000,4
		870,66
		751,22
		697,8
		560,62
		506,38
		443,22

Berdasarkan analisa FTIR didapatkan pada ekstrak daun pacar kuku dengan pelarut aquadest adanya peak 3261,11 menunjukkan adanya ikatan O-H, 29233,54 ikatan C-H, 1601,34 ikatan C=O atau C=C, 1257,78 dan 1023,38 ikatan C-O sedangkan untuk pelarut 60% etanol memiliki peak 3262,84 ikatan O-H, 1596,85 ikatan C=C, 1231,95 dan 1022,59 ikatan C-O. Untuk daun tarum hanya dilakukan analisa FTIR menggunakan pelarut aquadest didapatkan peak 3258,23 ikatan N-H, 1624,2 ikatan C=O, 1298,34 ikatan C-O, 1198,94; 1173; 1124,25; 1000,4; 1159,28 ikatan C-N, 870,66 ikatan C-C. Ikatan yang terscanning pada FTIR untuk daun pacar kuku menunjukkan adanya senyawa Lawson sedangkan daun tarum terdapat senyawa indigo

IV.8 Hasil Uji Aplikasi Zat Warna Alami yang Dihasilkan Daun Pacar Kuku pada Kain Wol dan Daun Tarum pada Kain Katun

Pada percobaan ini bertujuan untuk mengetahui hasil pewarnaan zat warna dari ekstrak daun pacar kuku untuk berbagai pH dan daun tarum pada kain. Uji aplikasi zat warna dari daun pacar kuku dan daun tarum dilakukan dengan penambahan beberapa fiksator yakni kapur (CaCO_3) dan tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$). Kemudian dilakukan pencelupan sebanyak satu kali pada zat warna alami dari daun pacar kuku dan daun tarum selama ± 15 menit agar kain menyerap zat warna lebih banyak. Setelah itu dikeringkan dan dilakukan pencucian untuk mengetahui ketahanan warna pada kain.



(a)



(b)

Gambar 4.13 Hasil pewarnaan kain menggunakan ekstrak daun pacar kuku pada pH 3 (a) sebelum pencucian (b) setelah pencucian



(a)



(b)

Gambar 4.14 Hasil pewarnaan kain menggunakan ekstrak daun pacar kuku pada pH normal (6,49) (a) sebelum pencucian (b) setelah pencucian

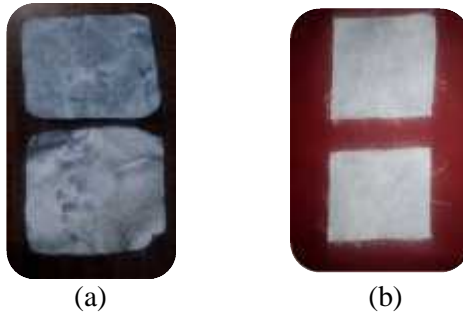


(a)



(b)

Gambar 4.15 Hasil pewarnaan kain menggunakan ekstrak daun pacar kuku pada pH 10 (a) sebelum pencucian (b) setelah pencucian



Gambar 4.16 Hasil pewarnaan kain menggunakan ekstrak daun tarum pada pH normal (a) sebelum pencucian (b) setelah pencucian

Berdasarkan hal percobaan pewarnaan pada kain untuk zat warna Lawson kurang melekat warnanya pada kain . Hal ini dikarenakan kain yang digunakan adalah kain katun sedangkan Lawson lebih cocok digunakan pada kain wol sehingga ketika dilakukan pencucian warna menjadi luntur. Sedangkan untuk pewarnaan dari zat warna indigo juga kurang melekat akan tetapi masih terdapat warna biru sedikit. Indigo lebih cocok digunakan pada kain katun daripada lawson, Kurang melekatnya warna-warna ini juga karena tidak dilakukan perlakuan perendaman pada TRO (*Turkey Red Oil*). TRO ini berguna untuk meluruhkan senyawa-senyawa kimia pada kain dan juga membukia pori-pori kain agar zat warna diserap secara maksimal.

BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan data dan perhitungan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil ekstraksi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yakni:
 - Jenis pelarut, semakin tinggi polaritas indeksinya maka semakin banyak *yield* yang dihasilkan dari ekstraksi zat warna alami.
 - Waktu, ekstraksi zat warna alami memiliki waktu optimum untuk menghasilkan *yield* tertinggi. Waktu optimum pada hasil ekstrak daun pacar kuku dengan pelarut aquadest maupun etanol 60% yaitu 10 menit
 - pH, ekstrak daun pacar kuku memiliki *yield* lebih besar pada pH yang lebih asam atau yang lebih basa. Selain itu pH berpengaruh pada perubahan warna ekstrak daun pacar kuku. Pada pH asam warna ekstrak daun pacar kuku memudar sedangkan pH basa menyebabkan warna daun pacar kuku lebih gelap
2. *Yield* tertinggi yang dihasilkan dari ekstraksi daun pacar kuku adalah 17,96% pada pH 1 dengan waktu ekstraksi 10 menit, ratio 0,02, pelarut aquadest sedangkan *yield* hasil ekstrak daun tarum memiliki nilai optimum pada waktu ekstraksi 1 jam pertama sebesar 1,79%
3. Ekstraksi daun pacar kuku dan daun tarum dengan metode UAE dari segi waktu lebih efektif dan efisien daripada menggunakan sokletasi karena dapat menghasilkan *yield* tertinggi dalam waktu yang relatif cepat yakni 10 menit. Sedangkan ekstraksi dengan metode sokletasi membutuhkan waktu ± 5 jam per cycle. Daun pacar kuku membutuhkan ekstraksi menggunakan soklet sebanyak 12 cycle untuk pelarut etanol sedangkan untuk pelarut aquadest sebanyak 10 cycle. Selain itu *yield* yang

dihasilkan pada metode UAE lebih tinggi dari pada metode sokletasi. Yield tertinggi UAE dapat mencapai 16,47% pada pelarut aquadest sedangkan untuk metode sokletasi mencapai 15,98%

4. Dalam penelitian ini berdasarkan uji Spektrofotometer UV-Vis disimpulkan bahwa hasil ekstrak daun pacar kuku mengandung senyawa quinon yaitu pada panjang gelombang 270 nm dalam keadaan serbuk dan 274 nm pada keadaan cair.
5. Berdasarkan hasil analisa FTIR ikatan yang terdeteksi pada daun pacar kuku mengandung senyawa Lawson dan daun tarum mengandung senyawa indigo

V.2 Saran

Metode UAE memiliki potensi besar untuk terus dikembangkan dalam hal ekstraksi zat warna alami. Perlu modifikasi alat UAE dengan menambahkan indikator suhu otomatis dan membuat wadah ekstrak menjadi tidak tembus cahaya sehingga ekstrak tak mudah terdegradasi akibat suhu yang terlalu tinggi dan cahaya. Zat pewarna yang terkandung dalam kayu secang sangat mudah terdegradasi oleh cahaya.

Penguapan zat warna alami sebaiknya menggunakan *rotary evaporator vacuum* agar pelarut lebih cepat menguap dengan suhu dibawah titik didih, zat warna alami tidak rusak dan hasil *recovery* pelarut dapat digunakan kembali, sehingga tak perlu menunggu waktu lama untuk mengetahui jumlah *yield* sekaligus menghemat biaya pembelian pelarut.

Dalam pewarnaan pada kain sebelum mencelupkan ke dalam zat warna terlebih dahulu dicelupkan ke dalam TRO (*Turkey Red Oil*) untuk meluruhkan senyawa-senyawa kimia di kain dan membuka pori-pori kain sehingga zat warna yang terserap menjadi maksimal

Dalam pengambilan gambar diberi *background* putih agar perbedaan warnanya lebih terlihat jelas

DAFTAR PUSTAKA

- Adalina, Y. 2010. *Sumber Bahan Pewarna Alami Sebagai Tinta Sidik Jari Pemilu*. Bogor : Pusat Penelitian Dan Pengembangan Hutan Dan Konservasi Alam. Badan Penelitian Dan Pengembangan Kehutanan Departemen Kehutanan.
- Adedeji, Gabriel, Olukayode Yekin O. dan Taiwo Olayemi E. 2016. *Quantification of phytochemicals and biocide actions of Lawsonia inermis linn. Ekstraks against wood termites and fungi*. ScienceDirect, Vol. 116, Pages 155-162.
- Anwar, Muhammad Nur, dan H. Adijuwana. 1989. *Teknik Spektrofotometer dalam Analisis Biologis*. Bogor: PAU-IPB.
- Chandrakalavathi, T., V.Sudha, M.Sindhuja, S.Harinipriya, dan R.Jeyalakshmi. 2018. *Photosonoelectrochemical analysis of Lawsonia inermis (henna) and artificial dye used in tattoo and dye industry*. ScienceDirect, Vol. 360, Pages 44-57.
- Chandrasekhar, J., Madhusudhan, M. C. Dan Raghavarao. 2012. *Extraction of Anthocyanins from Red Cabbage and Purification using Adsorption*. Food and Bioproduct Processing 90:615-623.
- Chaudhary, G., Goyal, S., and Poonia, P., 2010, *Lawsonia inermis* Linnaeus: A Phytopharmacological Review, *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research*; 2(2):91-98.
- Contamine, F., Faid, F., Wilhelm, A.M., Berlan, J. Delmas, H. 2014. *Chemical reactions under ultrasound*. Chem. Eng. Sci. 49 (24B), 5865-5873.
- Dhaniar Rulandri, Delita. 2014. *Pemanfaatan Limbah Kayu Nangka (Artocarpus Heterophyllus Lam) Sebagai Pewarna Alami Tekstil dengan Metode Microwave-assisted Extraction*. Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Dini, Diya, Eric. 2017. *Ekstraksi Zat Warna Alami dari kayu Secang (Caesalpinia sappan Linn) untuk Aplikasi Produk*

- Pangan. Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Duan, Y. 2014. *Ultraviolet-Visible Spectrum Characterization Quercetin in Aqueous Ethanol Solution with Different pH Values*. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research 6 (9): 236-240.
- Geankoplis, C.J. 2003. *Transport Process and Separation Process Principles Fourth Edition*. USA: Prentice Hall.
- Gogate et al (2006), *Energy analysis in acoustic cavitation*, Science Direct, Ultrasonics, 13,68-71
- Gutierrez, Roldan, Ruiz Jimenez J, Luque de Castro. 2008. *Ultrasound-assisted dynamic extraction of valuable compounds from aromatic plants and flowers as compared with steam distillation and superheated liquid extraction*. Department of Analytical Chemistry, University of Cordoba, Campus of Rabanales Annex C-3, 14071 Cordoba Spain.
- Hermawan, Iwan. (2011). *Analisis Dampak Kebijakan Makroekonomi Terhadap Perkembangan Industri Tekstil dan Produk Tekstil Indonesia*. Buletin Ekonomi dan Perbankan. 373-406.
- Huang, W., Xue, A., Niu, H.,Jia, Z.,Wang, J., 2009. *Optimised ultrasonic-assisted extraction of flavonoids from Folium eucommiae and evaluation of antioxidant activity in multi-test systems in vitro*. Food Chemistry, Vol. 114, hal. 1147–1154.
- Huang, W., Xue, A., Niu, H.,Jia, Z.,Wang, J., 2009. *Optimised ultrasonic-assisted extraction of flavonoids from Folium eucommiae and evaluation of antioxidant activity in multi-test systems in vitro*. Food Chemistry, Vol. 114, hal. 1147–1154.
- Kasmudjo, Saktianggi PP. 2011. *Pemanfaatan daun Indigofera sebagai pewarna alami batik. Di dalam Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI) XIV Pengolahan Hasil Hutan*. University Club, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta (ID). Hlm 542-548

- Khopkar, S.M.2007. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta. UI-Press.
- Kim, J.Y. 2009. *Mining And Identification Of A Glucosidase Family Enzyme With High Activity Toward The Plant Extract Indican*. Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic. 57: 284–291.
- Kristianingrum, Susila. 2011. *Spektroskopi Ultra Violet dan Sinar Tampak (Spektroskopi UV-VIS)*. Yogyakarta: Surakarta.
- Mabry, T.J., Markham, K.R., dan Thomas, M.B., 1970, *The Systematic Identification of Flavonoid*, 3-56, 165-171, Spinger-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin.
- Mason, T. J, Lorimer J. P. 2002. *Applied Sonochemistry: Uses of Power Ultrasound in Chemistry and Processing*. Weinhem: WILEY.
- Mayangsari, P. 2012. *Review: Usaha Untuk Menjaga Ketuaan Warna Hasil Pencelupan Kain Denim Dengan Zat Warna Indigo Dengan Mengatur pH Larutan Celup*. Bandung: STT Tekstil.
- McCabe,W., Smith,J.C.,and Harriot, P.1993.*Unit Operation of Chemical Engineering*. United States of America:McGraw Hill Book, Co
- Metivier, R.P., F.J. Francis, dan F.M. Clydesdale. 1980. *Solvent Extraction of Anthocyanins from Wine Pomace*. *J. Food Science*. 45: 1099 – 1100.
- Mualimin, A. Amar. 2013. *Pewarna Alami Batik Dari Tanaman Nila (Indigofera) Dengan Katalis Asam*. Jurnal Bahan Terbarukan, ISSN 2303-0623
- Muhamad, N., S. A. Muhmed, M. M. Yusoff, J. Gim bun, 2014. *Influence of Solvent Polarity and Conditions on Extraction of Antioxidant, Flavonoids and Phenolic Content from Averrhoa bilimbi*. Journal of Food Science and Engineering 4, 255-260.
- Muhamad, Norlia, Siti Aishah Muhmed. 2014. *Influence of Solvent Polarity and Conditions on Extraction of Amtioxidant, Flavonoids and Phenolic Content from*

- Averhoabilimbi*. Journal of Food Science and Engineering. University Malaysia Pahang. Malaysia.
- Pujilestari, Titiek. 2015. *Review : Sumber Dan Pemanfaatan Zat Warna Alam*. Dinamika Kerajinan dan Batik: Majalah Ilmiah, Vol. 32, No. 2.
- Rouhani S, Alizadeh N, SalimiSh, Ghasemi TH. 2009. *Ultrasonic Assisted Extraction of natural pigments from rhizomes of Curcuma Longa L. J.Prog. Color, Colorants, Coatings*.
- S., Endah dan Prima S. 2017. *Ekstraksi Zat Warna Alami dari Daun Jati Muda (Tectona grandis) dan Kayu Secang (Caesalpinia sappan) dengan Metode Ultrasound Assisted Extraction untuk Aplikasi Produk Tekstil*. Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Setiana, Shella. 2015. *Pengaruh Konsentrasi Mordan Kapur Dengan Zat Warna Daun Pacar Kuku (Lawsonia Inermis) Kering Terhadap Pewarnaan Kain Knit Cotton Dengan Teknik Tie Dye*. Jurnal S1 Tata Busana, Vol. 4, No. 3
- Shadily, H. dan Pringgodigdo. 1973. *Ensiklopedia Umum*. Yogyakarta: kanisius.
- Shadily, Hassan. *Ensiklopedi Indonesia*. Ichtiar Baru-Van Hoeve dan Elsevier Publishing Projects. Jakarta, 1984. Hal. 2498.
- Silverstein, Robert M., Francis X. Webster dan David J. Kiemle. 2005. *Spectrometric Identification of Organic Compounds*. 7th editions. Page 86. US of America: John Wiley&Sons
- Sivakumar. 2011. *Effective natural dye extraction from different plant materials using ultrasound*. ScienceDirect, Vol. 33, Pages 116-122.
- Suarsa, Suarya & Kurniawati, I., 2011, *Optimasi Jenis Pelarut Dalam Ekstraksi Zat Warna Alam Dari Batang Pisang Kepok (Musa paradisiaca L. Cv Kepok) Dan Batang Pisang Susu (Musa paradisiaca L. Cv Susu)*, Jurnal Kimia, 5 (1), 72-80.

- Sulistiyani, Nanik, Zainab, Annisaningrum. 2016. *Penetapan Parameter Standardisasi Non Spesifik Dan Spesifik Ekstrak Daun Pacar Kuku (Lawsonia inermis L.)*. Fakultas Farmasi, Universitas Ahmad Dahlan.
- Syahid, Sitti Fatimah, Natalini Nova Kristiana, Deliah Seswita. 2008. *Pengaruh Komposisi Media Terhadap Pertumbuhan Kalus Dan Kadar Tannin Dari Daun Jati Belanda (Guazuma ulmifolia Lamk) Secara In Vitro*. Jurnal Litri 16(1), Maret 2010. Hlm 1-5
- Taqim, M., 2010. *Zat Warna adalah Senyawa Organik Berwarna yang Digunakan untuk Memberi Warna Suatu Objek atau Suatu Kain* .<https://www.scribd.com/doc/45938778/> diakses tanggal 20 Juni 2018.
- Von Elbe, J.H., & Schwartz, S.J., 1996, *Colorants In Food Chemistry*, 651-723, Marcel Dekker Inc., New York.
- Vuorema, A. 2008. *Reduction And Analysis Methods Of Indigo*. Finland: Department of Chemistry University of Turku.
- Wardiyati, S. 2004. *Pemanfaatan Ultrasonik dalam Bidang Kimia*. Puslitbang Iptek Bahan (P3IB)-BATAN. Kawasan Puspiptek. Serpong. Tangerang.
- Warlina, Lina. 2004. *Pencemaran Air: Sumber, Dampak Dan Penanggulangannya*. Institut Pertanian Bogor.
- Winarno, F. G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama Jakarta.
- Zainab. 2013. *Pengaruh Konsentrasi Etanol sebagai Pelarut Pengekstraksi terhadap Kadar Naftakuinon dalam Ekstrak Daun Pacar Kuku (Lawsonia inermis L.)*. Jurnal Kefarmasian, Vol. 3, No.2.

Halaman ini sengaja dikosongkan

APPENDIKS A CONTOH PERHITUNGAN

A.1 Contoh Perhitungan Pengenceran Larutan Etanol 60%

Etanol 60%

V_1 = Volume Etanol 96%

V_2 = Volume Larutan Etanol 60%

$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$

$V_1 \times 96\% = 100 \text{ mL} \times 60\%$

$V_1 = 62,5 \text{ mL}$

sehingga Volume Aquades = $100 \text{ mL} - 62,5 \text{ mL} = 37,5 \text{ mL}$

A.2 Perhitungan Yield Ekstrak Zat Warna Alami dengan Metode UAE

$$\% y = \frac{m \text{ e } d \text{ m } U \text{ (g)}}{m \text{ b h a b } \text{ (g)}} \times 100\%$$

Bahan Baku = Daun Pacar Kuku

Rasio Bahan Baku = 0,02 g/mL

Frekuensi = 40 Hz

Temperatur = 30°C

Pelarut = Aquadest

pH = normal

Waktu Ekstraksi = 10 menit

Massa Bahan Baku = 2,0066 gr

Massa Ekstrak = 0,3305 gr

$$\% y = \frac{0,3305 \text{ g}}{2,0066 \text{ g}} \times 100\% = 16,47065\%$$

A.3 Perhitungan Yield Ekstrak Zat Warna Alami dengan Metode Soxhletasi

$$\% y = \frac{m \text{ e } d \text{ m } s \text{ h l t } \text{ (g)}}{m \text{ b h a b } \text{ (g)}} \times 100\%$$

Bahan Baku = Daun Pacar Kuku

pH = normal

Pelarut = Etanol 60%

Massa Bahan Baku = 10,0078 gr

Massa Ekstrak = 1,2073 gr

$$\% \text{ y} = \frac{1,2073 \text{ g}}{10,0078 \text{ g}} \times 100\% = 12,06359\%$$

APPENDIKS B

PROSEDUR ANALISA

B.1 Prosedur Uji dengan Spektrofotometer *UV-Visible*

1. Menyalakan Spektrofotometer *UV-Visible*
2. Memasukkan blanko dan sampel pada masing-masing kuvet ke dalam Spektrofotometer *UV-Visible*
3. Menguji nilai absorbansinya pada panjang gelombang *visible* (190 – 700 nm) untuk memperoleh panjang gelombang maksimum.
4. Menguji nilai absorbansi hasil ekstrak zat warna alami pada panjang gelombang maksimum.

Halaman ini sengaja dikosongkan

APPENDIKS C
TABEL PENGAMATAN DAN PERHITUNGAN

C.1 Pengaruh Yield terhadap Waktu dengan Kondisi Operasi Suhu 30°C, Ratio 0,02, Pelarut Aquadest, pH normal pada Hasil Ekstrak Daun Pacar Kuku

Waktu (menit)	Berat Bahan (gram)	Berat Wadah (gram)	Berat Wadah+ Ekstrak (gram)	Berat Ekstrak (gram)	Yield
5	2,0052	106,0090	106,3210	0,3126	15,5895
10	2,0066	158,8480	159,1780	0,3305	16,4706
20	2,0064	99,3078	99,6265	0,3187	15,8842
30	2,0012	84,5743	84,8642	0,2899	14,4863
60	2,0087	99,2714	99,5528	0,2814	14,0091

C.2 Pengaruh Yield terhadap Waktu dengan Kondisi Operasi Suhu 30°C, Ratio 0,02, Pelarut Etanol 60%, pH normal pada Hasil Ekstrak Daun Pacar Kuku

Waktu (menit)	Berat Bahan (gram)	Berat Wadah (gram)	Berat Wadah+ Ekstrak (gram)	Berat Ekstrak (gram)	Yield
5	2,0035	84,5731	84,8440	0,2709	13,5213
10	2,0043	60,8188	61,1066	0,2878	14,3591
20	2,0022	47,8541	48,1342	0,2801	13,9896
30	2,0052	106,0210	106,2920	0,2707	13,4999
60	2,0038	104,7470	105,0100	0,2629	13,1201

C.3 Pengaruh Yield terhadap Ratio dengan Kondisi Operasi Suhu 30°C, Waktu 10 menit, Pelarut Etanol 60%, pH normal pada Hasil Ekstrak Daun Pacar Kuku

Ratio (f/s)	Berat Bahan (gram)	Berat Wadah (gram)	Berat Wadah+ Ekstrak (gram)	Berat Ekstrak (gram)	Yield
0,01	1,0073	48,7934	48,9660	0,1726	17,1349
0,02	2,0043	60,8188	61,1066	0,2878	14,3591
0,04	4,0010	60,8305	61,3620	0,5315	13,2842
0,06	6,0042	98,8684	99,6148	0,7464	12,4313
0,08	8,0072	84,6095	85,4716	0,8621	10,7666
0,10	10,0060	48,7931	49,8660	1,0729	10,7226

C.4 Pengaruh Yield terhadap Ratio dengan Kondisi Operasi Suhu 30°C, Waktu 10 menit, Pelarut Aquadest, pH normal pada Hasil Ekstrak Daun Pacar Kuku

Ratio (f/s)	Berat Bahan (gram)	Berat Wadah (gram)	Berat Wadah+ Ekstrak (gram)	Berat Ekstrak (gram)	Yield
0,01	1,0025	94,5746	94,7183	0,1437	14,3342
0,02	2,0066	158,848	159,1780	0,3305	16,4706
0,04	4,0018	129,749	130,2570	0,5082	12,6993
0,06	6,0073	98,8706	99,6067	0,7361	12,2534
0,08	8,0070	99,3102	100,2180	0,9073	11,3313
0,10	10,0028	84,5593	85,4502	0,8909	8,90651

C.5 Pengaruh Yield terhadap Suhu dengan Kondisi Operasi Ratio 0,02 , Waktu 10 menit, Pelarut Aquadest, pH normal pada Hasil Ekstrak Daun Pacar Kuku

Suhu (°C)	Berat Bahan (gram)	Berat Wadah (gram)	Berat Wadah+ Ekstrak (gram)	Berat Ekstrak (gram)	Yield
30	2,0066	158,848	159,1780	0,3305	16,4706
40	2,0006	47,8649	48,1273	0,2624	13,1161
50	2,0028	48,7991	49,0530	0,2539	12,6773
60	2,0029	49,2873	49,5567	0,2694	13,4505

C.6 Pengaruh Yield terhadap pH dengan Kondisi Operasi Suhu normal, Ratio 0,02 , Waktu 10 menit, Pelarut Aquadest pada Hasil Ekstrak Daun Pacar Kuku

pH	Berat Bahan (gram)	Berat Wadah (gram)	Berat Wadah+ Ekstrak (gram)	Berat Ekstrak (gram)	Yield
1,09	2,0070	98,8868	99,1826	0,2958	17,9591
4	2,0019	99,2817	99,5660	0,2843	17,4222
6,49	2,0066	158,8480	159,1780	0,3305	16,4706
8	2,0002	99,3037	99,5825	0,2788	17,1593
10	2,0006	99,3123	99,6004	0,2881	17,6213

C.7 Pengaruh Yield terhadap Perbedaan Pelarut pada Metode Sokletasi pada Hasil Ekstrak Daun Pacar Kuku, Ratio 0,02

Pelarut	Berat Bahan (gram)	Berat Wadah (gram)	Berat Wadah+ Ekstrak (gram)	Berat Ekstrak (gram)	Yield
Etanol 60%	10,0078	128,7740	129,9813	1,2073	12,06359
Aquadest	10,0050	170,7582	172,3573	1,5991	15,98301

C.8 Pengaruh Yield terhadap Waktu Ekstraksi Daun Tarum dengan Metode UAE, Ratio 0,03, Suhu atmosferik, pH normal, Pelarut Aquadest

Jam ke (jam)	Berat Bahan (gram)	Berat Wadah (gram)	Berat Wadah+ Ekstrak (gram)	Berat Ekstrak (gram)	Yield
1	10,0043	104,7374	104,9171	0,1797	1,796228
2	10,0020	147,4252	147,5390	0,1138	1,137772
3	10,0032	129,9901	130,1249	0,1348	1,347569

C.9 Data Absorbansi Hasil Ekstraksi Daun Pacar Kuku pada Uji Spektrofotometri UV-Vis pada Kondisi Cair

	Pelarut Aquadest	Konsentrasi Pelarut Etanol				
		20%	40%	60%	80%	96%
190	2,043	2,06	2,061	2,11	2,066	1,993
191	2,277	2,243	2,267	2,313	2,281	2,202
192	2,486	2,437	2,502	2,506	2,46	2,365
193	2,585	2,574	2,6	2,571	2,53	2,504
194	2,621	2,603	2,609	2,638	2,606	2,588
195	2,708	2,707	2,734	2,748	2,696	2,69
196	2,833	2,813	2,832	2,862	2,819	2,823
197	2,945	2,932	2,941	2,945	2,889	2,892
198	3,007	2,967	2,994	2,99	2,939	2,936
199	2,962	2,911	2,908	2,974	2,893	2,883
200	3,019	2,953	2,955	2,971	2,939	2,923
201	3,089	3,015	3,053	3,056	3,03	2,976
202	3,174	3,052	3,129	3,169	3,108	3,076
203	3,178	3,103	3,168	3,181	3,148	3,098
204	3,253	3,097	3,211	3,242	3,175	3,21
205	3,306	3,096	3,29	3,267	3,235	3,23
206	3,316	3,109	3,295	3,295	3,238	3,275
207	3,313	3,113	3,302	3,293	3,219	3,257
208	3,249	3,099	3,345	3,317	3,266	3,244
209	3,267	3,115	3,355	3,32	3,292	3,276
210	3,253	3,081	3,352	3,38	3,263	3,275
211	3,242	3,091	3,407	3,388	3,296	3,272
212	3,237	3,069	3,393	3,394	3,301	3,246

213	3,262	3,068	3,406	3,398	3,326	3,257
214	3,244	3,038	3,422	3,425	3,314	3,26
215	3,22	3,015	3,423	3,451	3,312	3,228
216	3,179	2,97	3,459	3,443	3,322	3,21
217	3,15	2,939	3,448	3,466	3,319	3,211
218	3,122	2,904	3,462	3,46	3,325	3,195
219	3,101	2,874	3,449	3,458	3,32	3,188
220	3,072	2,844	3,449	3,483	3,302	3,152
221	3,043	2,824	3,453	3,454	3,3	3,134
222	3,046	2,817	3,572	3,477	3,337	3,194
223	2,991	2,777	3,376	3,584	3,324	3,11
224	2,978	2,771	3,366	3,507	3,309	3,124
225	2,966	2,749	3,493	3,503	3,298	3,108
226	2,952	2,743	3,51	3,554	3,316	3,091
227	2,962	2,741	3,431	3,546	3,337	3,054
228	2,953	2,746	3,477	3,571	3,323	3,038
229	2,951	2,741	3,534	3,579	3,32	3,034
230	2,941	2,745	3,469	3,605	3,286	3,018
231	2,928	2,73	3,459	3,541	3,279	2,996
232	2,914	2,716	3,444	3,49	3,258	2,973
233	2,892	2,698	3,415	3,467	3,223	2,963
234	2,873	2,689	3,438	3,469	3,223	2,946
235	2,862	2,678	3,431	3,442	3,207	2,912
236	2,849	2,667	3,413	3,45	3,195	2,892
237	2,838	2,654	3,402	3,45	3,175	2,86
238	2,83	2,63	3,398	3,441	3,129	2,814
239	2,811	2,604	3,368	3,425	3,087	2,751

240	2,793	2,572	3,344	3,402	3,046	2,687
241	2,78	2,543	3,33	3,413	2,988	2,598
242	2,765	2,507	3,274	3,404	2,919	2,498
243	2,756	2,473	3,231	3,36	2,838	2,406
244	2,739	2,433	3,162	3,284	2,751	2,301
245	2,723	2,389	3,098	3,194	2,642	2,184
246	2,718	2,356	3,026	3,122	2,55	2,079
247	2,719	2,337	2,987	3,076	2,488	2,013
248	2,713	2,322	2,948	3,037	2,441	1,963
249	2,709	2,308	2,91	2,989	2,398	1,92
250	2,708	2,295	2,876	2,943	2,363	1,884
251	2,708	2,287	2,856	2,923	2,335	1,857
252	2,714	2,286	2,848	2,917	2,32	1,838
253	2,725	2,283	2,839	2,906	2,307	1,827
254	2,729	2,279	2,826	2,902	2,294	1,817
255	2,717	2,279	2,822	2,889	2,287	1,81
256	2,727	2,284	2,823	2,892	2,285	1,805
257	2,745	2,291	2,816	2,888	2,28	1,804
258	2,765	2,302	2,818	2,891	2,289	1,808
259	2,785	2,309	2,832	2,907	2,299	1,814
260	2,804	2,323	2,851	2,923	2,31	1,824
261	2,813	2,33	2,861	2,937	2,321	1,835
262	2,818	2,337	2,877	2,942	2,337	1,848
263	2,827	2,348	2,897	2,954	2,355	1,868
264	2,829	2,357	2,915	2,978	2,372	1,884
265	2,841	2,368	2,932	2,99	2,392	1,901
266	2,847	2,382	2,953	3,012	2,414	1,921

267	2,873	2,389	2,965	3,048	2,43	1,937
268	2,864	2,396	2,98	3,06	2,44	1,948
269	2,862	2,398	2,99	3,069	2,451	1,961
270	2,866	2,397	2,992	3,062	2,46	1,968
271	2,866	2,394	2,984	3,073	2,473	1,972
272	2,856	2,391	2,987	3,079	2,471	1,973
273	2,84	2,377	2,971	3,078	2,47	1,971
274	2,807	2,359	2,968	3,09	2,454	1,971
275	2,782	2,343	2,947	3,067	2,447	1,966
276	2,754	2,328	2,932	3,042	2,44	1,96
277	2,739	2,308	2,914	3,014	2,434	1,953
278	2,709	2,289	2,898	2,988	2,422	1,95
279	2,676	2,265	2,874	2,985	2,408	1,945
280	2,642	2,241	2,858	2,982	2,392	1,937
281	2,612	2,218	2,833	2,942	2,381	1,928
282	2,58	2,193	2,816	2,925	2,366	1,92
283	2,546	2,171	2,792	2,897	2,349	1,91
284	2,51	2,143	2,754	2,872	2,328	1,897
285	2,469	2,114	2,72	2,834	2,308	1,881
286	2,43	2,083	2,689	2,796	2,278	1,862
287	2,393	2,051	2,654	2,765	2,252	1,842
288	2,352	2,018	2,613	2,722	2,224	1,819
289	2,3	1,978	2,565	2,679	2,185	1,791
290	2,254	1,941	2,518	2,631	2,147	1,76
291	2,213	1,908	2,477	2,59	2,112	1,733
292	2,167	1,87	2,433	2,542	2,073	1,704
293	2,118	1,83	2,385	2,487	2,031	1,671

294	2,068	1,791	2,336	2,439	1,99	1,638
295	2,021	1,753	2,291	2,395	1,952	1,608
296	1,974	1,716	2,245	2,347	1,913	1,577
297	1,925	1,677	2,198	2,294	1,873	1,546
298	1,88	1,641	2,152	2,249	1,836	1,517
299	1,835	1,606	2,107	2,2	1,798	1,487
300	1,788	1,567	2,057	2,148	1,758	1,457
301	1,738	1,528	2,009	2,096	1,718	1,425
302	1,692	1,491	1,962	2,05	1,679	1,396
303	1,651	1,457	1,919	2,005	1,643	1,37
304	1,606	1,421	1,871	1,955	1,605	1,341
305	1,562	1,386	1,827	1,908	1,568	1,312
306	1,521	1,353	1,784	1,865	1,533	1,286
307	1,484	1,323	1,745	1,823	1,5	1,261
308	1,447	1,293	1,704	1,782	1,468	1,236
309	1,414	1,266	1,669	1,745	1,439	1,214
310	1,381	1,24	1,634	1,707	1,41	1,192
311	1,351	1,215	1,603	1,674	1,384	1,173
312	1,323	1,192	1,572	1,646	1,361	1,156
313	1,295	1,17	1,545	1,617	1,339	1,139
314	1,271	1,151	1,52	1,591	1,32	1,126
315	1,252	1,136	1,501	1,571	1,305	1,117
316	1,233	1,12	1,481	1,553	1,292	1,108
317	1,213	1,104	1,463	1,532	1,278	1,099
318	1,195	1,089	1,446	1,517	1,266	1,092
319	1,178	1,075	1,429	1,501	1,255	1,086
320	1,163	1,064	1,416	1,486	1,246	1,081

321	1,146	1,05	1,4	1,47	1,235	1,074
322	1,129	1,037	1,386	1,456	1,225	1,069
323	1,112	1,023	1,37	1,444	1,215	1,062
324	1,099	1,012	1,358	1,432	1,207	1,057
325	1,084	0,999	1,345	1,418	1,197	1,051
326	1,067	0,985	1,33	1,404	1,187	1,044
327	1,052	0,972	1,316	1,391	1,177	1,037
328	1,036	0,958	1,302	1,378	1,167	1,029
329	1,02	0,945	1,288	1,365	1,157	1,023
330	1,003	0,931	1,274	1,352	1,147	1,015
331	0,987	0,917	1,259	1,339	1,137	1,008
332	0,97	0,902	1,245	1,326	1,127	1,001
333	0,954	0,888	1,23	1,314	1,117	0,994
334	0,939	0,875	1,217	1,301	1,108	0,987
335	0,923	0,862	1,203	1,288	1,098	0,979
336	0,906	0,847	1,187	1,274	1,087	0,971
337	0,89	0,832	1,171	1,26	1,075	0,962
338	0,874	0,818	1,155	1,245	1,063	0,952
339	0,858	0,804	1,139	1,229	1,05	0,942
340	0,842	0,789	1,122	1,212	1,037	0,931
341	0,826	0,774	1,104	1,195	1,022	0,918
342	0,81	0,759	1,085	1,176	1,006	0,905
343	0,794	0,743	1,065	1,157	0,989	0,891
344	0,778	0,728	1,045	1,137	0,973	0,877
345	0,763	0,714	1,027	1,119	0,957	0,863
346	0,749	0,699	1,008	1,1	0,941	0,849
347	0,734	0,685	0,988	1,08	0,924	0,835

348	0,719	0,67	0,968	1,059	0,906	0,82
349	0,703	0,655	0,947	1,038	0,887	0,804
350	0,689	0,641	0,928	1,018	0,871	0,79
351	0,675	0,627	0,909	0,998	0,853	0,775
352	0,661	0,614	0,889	0,977	0,836	0,76
353	0,647	0,6	0,87	0,957	0,818	0,745
354	0,635	0,588	0,853	0,939	0,802	0,731
355	0,622	0,575	0,834	0,919	0,785	0,717
356	0,609	0,563	0,816	0,899	0,767	0,702
357	0,596	0,55	0,797	0,879	0,75	0,687
358	0,585	0,539	0,781	0,861	0,734	0,673
359	0,574	0,528	0,763	0,842	0,717	0,659
360	0,561	0,515	0,744	0,821	0,699	0,643
361	0,549	0,504	0,725	0,801	0,681	0,628
362	0,539	0,493	0,709	0,782	0,665	0,615
363	0,53	0,484	0,694	0,765	0,65	0,602
364	0,52	0,473	0,676	0,746	0,633	0,588
365	0,508	0,462	0,657	0,725	0,614	0,573
366	0,497	0,451	0,639	0,705	0,597	0,558
367	0,488	0,441	0,622	0,686	0,58	0,544
368	0,478	0,431	0,605	0,667	0,564	0,53
369	0,468	0,42	0,587	0,647	0,546	0,515
370	0,459	0,411	0,571	0,628	0,53	0,502
371	0,449	0,4	0,554	0,609	0,514	0,488
372	0,44	0,39	0,538	0,591	0,498	0,474
373	0,431	0,381	0,521	0,573	0,482	0,461
374	0,422	0,371	0,505	0,554	0,466	0,447

375	0,413	0,363	0,49	0,537	0,451	0,435
376	0,405	0,354	0,474	0,519	0,436	0,422
377	0,397	0,345	0,459	0,503	0,421	0,41
378	0,389	0,337	0,447	0,488	0,409	0,399
379	0,383	0,33	0,434	0,474	0,396	0,389
380	0,375	0,322	0,42	0,459	0,383	0,378
381	0,368	0,315	0,407	0,444	0,37	0,368
382	0,361	0,307	0,394	0,429	0,358	0,357
383	0,355	0,301	0,382	0,416	0,347	0,349
384	0,348	0,294	0,37	0,403	0,335	0,339
385	0,342	0,287	0,359	0,39	0,325	0,331
386	0,336	0,281	0,349	0,379	0,315	0,324
387	0,331	0,275	0,339	0,368	0,306	0,317
388	0,325	0,27	0,33	0,357	0,298	0,311
389	0,32	0,264	0,321	0,348	0,289	0,305
390	0,315	0,259	0,312	0,338	0,282	0,3
391	0,31	0,254	0,303	0,328	0,273	0,295
392	0,305	0,249	0,295	0,319	0,267	0,291
393	0,301	0,244	0,288	0,312	0,261	0,288
394	0,296	0,24	0,281	0,303	0,255	0,285
395	0,292	0,235	0,274	0,296	0,249	0,282
396	0,288	0,232	0,268	0,29	0,244	0,28
397	0,284	0,227	0,262	0,283	0,239	0,278
398	0,28	0,223	0,256	0,277	0,234	0,277
399	0,278	0,221	0,251	0,272	0,231	0,276
400	0,274	0,217	0,246	0,266	0,227	0,274
401	0,27	0,214	0,241	0,261	0,223	0,273

402	0,267	0,21	0,236	0,257	0,22	0,272
403	0,264	0,207	0,232	0,252	0,216	0,271
404	0,261	0,204	0,227	0,247	0,213	0,27
405	0,258	0,201	0,224	0,243	0,211	0,269
406	0,256	0,199	0,22	0,239	0,208	0,269
407	0,253	0,197	0,216	0,236	0,206	0,268
408	0,25	0,194	0,213	0,232	0,203	0,268
409	0,249	0,192	0,21	0,23	0,201	0,268
410	0,246	0,189	0,207	0,226	0,199	0,267
411	0,243	0,187	0,204	0,223	0,197	0,266
412	0,241	0,185	0,201	0,22	0,195	0,265
413	0,239	0,183	0,199	0,218	0,193	0,265
414	0,237	0,181	0,196	0,215	0,191	0,264
415	0,235	0,179	0,194	0,213	0,189	0,263
416	0,233	0,177	0,191	0,21	0,187	0,262
417	0,231	0,175	0,189	0,208	0,186	0,26
418	0,229	0,174	0,187	0,206	0,184	0,259
419	0,228	0,172	0,185	0,203	0,182	0,256
420	0,226	0,17	0,183	0,201	0,18	0,253
421	0,224	0,168	0,181	0,199	0,178	0,25
422	0,222	0,167	0,179	0,197	0,177	0,247
423	0,221	0,166	0,177	0,195	0,175	0,243
424	0,219	0,164	0,175	0,193	0,172	0,238
425	0,217	0,162	0,173	0,191	0,17	0,234
426	0,216	0,161	0,172	0,189	0,168	0,229
427	0,215	0,16	0,17	0,187	0,166	0,224
428	0,213	0,158	0,169	0,185	0,164	0,218

429	0,212	0,157	0,167	0,183	0,161	0,213
430	0,21	0,156	0,165	0,181	0,158	0,207
431	0,209	0,154	0,164	0,179	0,156	0,202
432	0,207	0,153	0,162	0,177	0,154	0,197
433	0,206	0,152	0,161	0,175	0,151	0,192
434	0,204	0,151	0,159	0,173	0,149	0,187
435	0,203	0,15	0,158	0,171	0,147	0,183
436	0,202	0,148	0,156	0,17	0,145	0,179
437	0,201	0,147	0,155	0,167	0,142	0,175
438	0,199	0,146	0,154	0,166	0,14	0,172
439	0,198	0,145	0,153	0,164	0,139	0,169
440	0,197	0,144	0,151	0,162	0,137	0,165
441	0,196	0,143	0,15	0,161	0,135	0,163
442	0,195	0,142	0,149	0,159	0,133	0,159
443	0,194	0,141	0,148	0,158	0,132	0,156
444	0,193	0,14	0,147	0,157	0,13	0,153
445	0,192	0,14	0,146	0,155	0,129	0,151
446	0,191	0,139	0,145	0,154	0,127	0,148
447	0,19	0,138	0,144	0,153	0,126	0,145
448	0,189	0,137	0,143	0,151	0,125	0,142
449	0,188	0,136	0,142	0,15	0,123	0,139
450	0,187	0,135	0,141	0,149	0,122	0,137
451	0,186	0,134	0,14	0,148	0,121	0,134
452	0,185	0,134	0,139	0,147	0,12	0,132
453	0,184	0,133	0,139	0,146	0,119	0,13
454	0,183	0,132	0,137	0,145	0,117	0,127
455	0,182	0,131	0,136	0,143	0,116	0,124

456	0,181	0,131	0,136	0,143	0,115	0,122
457	0,18	0,13	0,135	0,142	0,114	0,12
458	0,179	0,13	0,134	0,14	0,113	0,117
459	0,178	0,128	0,133	0,139	0,112	0,115
460	0,177	0,128	0,132	0,138	0,111	0,112
461	0,176	0,127	0,131	0,137	0,11	0,11
462	0,175	0,126	0,131	0,136	0,109	0,108
463	0,174	0,126	0,13	0,136	0,108	0,107
464	0,173	0,125	0,129	0,135	0,107	0,105
465	0,172	0,124	0,129	0,134	0,106	0,103
466	0,17	0,123	0,127	0,132	0,105	0,101
467	0,169	0,122	0,126	0,131	0,104	0,099
468	0,168	0,121	0,126	0,131	0,103	0,098
469	0,168	0,121	0,126	0,13	0,102	0,097
470	0,166	0,12	0,125	0,129	0,101	0,096
471	0,165	0,119	0,123	0,128	0,1	0,094
472	0,164	0,119	0,123	0,127	0,1	0,093
473	0,163	0,118	0,122	0,127	0,099	0,092
474	0,162	0,117	0,122	0,126	0,098	0,091
475	0,161	0,117	0,121	0,125	0,098	0,09
476	0,16	0,116	0,12	0,124	0,097	0,089
477	0,158	0,114	0,119	0,123	0,096	0,088
478	0,158	0,114	0,119	0,123	0,096	0,088
479	0,156	0,113	0,118	0,122	0,095	0,087
480	0,155	0,112	0,117	0,121	0,094	0,086
481	0,154	0,112	0,117	0,121	0,094	0,085
482	0,152	0,11	0,116	0,119	0,093	0,084

483	0,151	0,109	0,115	0,118	0,092	0,083
484	0,149	0,108	0,114	0,118	0,091	0,083
485	0,148	0,108	0,113	0,117	0,091	0,082
486	0,147	0,107	0,113	0,116	0,09	0,082
487	0,146	0,106	0,112	0,115	0,089	0,081
488	0,144	0,105	0,111	0,114	0,089	0,08
489	0,144	0,105	0,11	0,114	0,088	0,08
490	0,142	0,104	0,11	0,113	0,088	0,079
491	0,141	0,103	0,109	0,112	0,087	0,079
492	0,14	0,102	0,108	0,112	0,086	0,078
493	0,139	0,102	0,108	0,112	0,086	0,079
494	0,137	0,1	0,107	0,11	0,085	0,077
495	0,136	0,1	0,106	0,11	0,085	0,077
496	0,135	0,099	0,105	0,109	0,084	0,076
497	0,133	0,098	0,104	0,108	0,083	0,076
498	0,132	0,097	0,103	0,107	0,082	0,075
499	0,131	0,096	0,103	0,106	0,082	0,075
500	0,129	0,095	0,102	0,105	0,081	0,074

**C.10 Data Absorbansi Hasil Ekstraksi Daun Pacar Kuku
pada Uji**

Spektrofotometri UV-Vis pada Kondisi Serbuk

	Pelarut Aquadest	Konsentrasi Pelarut Etanol			
		20%	40%	60%	80%
190	1,848	1,924	2,025	2,048	2
191	2	2,061	2,203	2,257	2,188
192	2,122	2,193	2,364	2,41	2,36
193	2,163	2,244	2,434	2,513	2,434
194	2,191	2,279	2,483	2,561	2,478
195	2,208	2,305	2,559	2,652	2,543
196	2,25	2,342	2,639	2,718	2,625
197	2,244	2,357	2,691	2,828	2,687
198	2,238	2,347	2,713	2,842	2,708
199	2,193	2,307	2,679	2,809	2,673
200	2,153	2,279	2,68	2,826	2,65
201	2,124	2,259	2,704	2,897	2,702
202	2,102	2,244	2,722	2,943	2,734
203	2,069	2,216	2,722	2,976	2,738
204	2,032	2,18	2,717	2,996	2,739
205	1,995	2,148	2,7	3,02	2,735
206	1,956	2,112	2,682	3,034	2,729
207	1,915	2,071	2,664	3,028	2,689
208	1,874	2,031	2,635	3,011	2,669
209	1,84	1,998	2,609	3,027	2,656
210	1,804	1,961	2,582	2,997	2,619
211	1,771	1,926	2,539	2,974	2,6
212	1,743	1,897	2,51	2,97	2,569

213	1,71	1,862	2,471	2,938	2,521
214	1,685	1,833	2,441	2,91	2,482
215	1,659	1,803	2,402	2,872	2,435
216	1,635	1,774	2,366	2,839	2,391
217	1,612	1,748	2,332	2,812	2,353
218	1,593	1,726	2,307	2,789	2,32
219	1,576	1,706	2,283	2,757	2,29
220	1,56	1,687	2,259	2,729	2,258
221	1,547	1,671	2,242	2,7	2,234
222	1,538	1,659	2,243	2,684	2,213
223	1,528	1,648	2,212	2,668	2,198
224	1,521	1,641	2,206	2,658	2,185
225	1,515	1,631	2,194	2,639	2,168
226	1,511	1,626	2,185	2,618	2,152
227	1,508	1,62	2,18	2,604	2,142
228	1,505	1,615	2,175	2,598	2,131
229	1,504	1,613	2,17	2,59	2,127
230	1,502	1,61	2,165	2,585	2,12
231	1,501	1,606	2,159	2,576	2,113
232	1,499	1,603	2,154	2,568	2,104
233	1,497	1,599	2,148	2,56	2,094
234	1,495	1,595	2,142	2,549	2,087
235	1,493	1,591	2,134	2,538	2,077
236	1,491	1,585	2,121	2,523	2,061
237	1,489	1,58	2,11	2,504	2,044
238	1,486	1,574	2,089	2,478	2,022
239	1,484	1,567	2,066	2,45	1,991

240	1,482	1,558	2,042	2,414	1,95
241	1,479	1,548	2,011	2,373	1,903
242	1,477	1,538	1,972	2,324	1,847
243	1,475	1,53	1,939	2,276	1,796
244	1,474	1,522	1,905	2,228	1,743
245	1,473	1,514	1,867	2,173	1,684
246	1,474	1,508	1,833	2,125	1,631
247	1,476	1,504	1,809	2,091	1,596
248	1,477	1,502	1,794	2,068	1,572
249	1,478	1,499	1,781	2,047	1,551
250	1,479	1,498	1,769	2,027	1,532
251	1,48	1,496	1,759	2,011	1,517
252	1,48	1,495	1,751	1,998	1,506
253	1,48	1,493	1,744	1,989	1,497
254	1,479	1,491	1,738	1,978	1,489
255	1,477	1,489	1,731	1,968	1,481
256	1,475	1,486	1,725	1,961	1,475
257	1,475	1,485	1,723	1,955	1,47
258	1,475	1,486	1,722	1,952	1,468
259	1,476	1,487	1,722	1,952	1,468
260	1,48	1,489	1,724	1,954	1,469
261	1,482	1,492	1,727	1,957	1,472
262	1,484	1,494	1,731	1,961	1,477
263	1,489	1,498	1,736	1,968	1,483
264	1,492	1,501	1,742	1,973	1,489
265	1,496	1,505	1,747	1,98	1,496
266	1,5	1,509	1,754	1,987	1,503

267	1,504	1,514	1,76	1,995	1,509
268	1,506	1,515	1,764	1,999	1,513
269	1,507	1,517	1,766	2,002	1,517
270	1,507	1,516	1,767	2,005	1,517
271	1,506	1,514	1,766	2,003	1,517
272	1,502	1,51	1,764	1,999	1,514
273	1,496	1,503	1,756	1,992	1,509
274	1,486	1,492	1,746	1,983	1,502
275	1,475	1,479	1,734	1,969	1,493
276	1,461	1,466	1,721	1,954	1,484
277	1,447	1,452	1,709	1,941	1,475
278	1,431	1,437	1,695	1,926	1,465
279	1,413	1,42	1,679	1,911	1,455
280	1,393	1,401	1,662	1,891	1,443
281	1,373	1,382	1,644	1,873	1,431
282	1,353	1,363	1,626	1,854	1,419
283	1,333	1,345	1,609	1,835	1,407
284	1,311	1,324	1,588	1,815	1,394
285	1,285	1,299	1,564	1,791	1,378
286	1,26	1,275	1,539	1,767	1,362
287	1,235	1,252	1,515	1,743	1,346
288	1,21	1,228	1,49	1,718	1,329
289	1,181	1,2	1,461	1,689	1,309
290	1,152	1,172	1,43	1,658	1,287
291	1,124	1,146	1,402	1,63	1,267
292	1,097	1,12	1,374	1,602	1,248
293	1,069	1,092	1,343	1,571	1,226

294	1,039	1,064	1,313	1,54	1,204
295	1,012	1,038	1,284	1,512	1,184
296	0,986	1,014	1,257	1,485	1,166
297	0,959	0,987	1,228	1,456	1,145
298	0,933	0,962	1,201	1,429	1,126
299	0,908	0,938	1,175	1,403	1,108
300	0,882	0,913	1,148	1,375	1,089
301	0,856	0,888	1,12	1,348	1,069
302	0,832	0,865	1,094	1,322	1,05
303	0,81	0,844	1,071	1,298	1,033
304	0,788	0,823	1,047	1,274	1,016
305	0,766	0,801	1,023	1,25	0,998
306	0,746	0,782	1,001	1,227	0,982
307	0,726	0,763	0,979	1,206	0,966
308	0,708	0,745	0,959	1,185	0,951
309	0,691	0,729	0,941	1,166	0,937
310	0,675	0,714	0,924	1,149	0,924
311	0,659	0,699	0,907	1,132	0,911
312	0,645	0,686	0,892	1,115	0,9
313	0,631	0,673	0,878	1,101	0,89
314	0,619	0,661	0,865	1,087	0,88
315	0,609	0,652	0,855	1,077	0,872
316	0,599	0,643	0,845	1,066	0,865
317	0,589	0,633	0,834	1,055	0,858
318	0,579	0,624	0,825	1,045	0,85
319	0,57	0,615	0,816	1,036	0,843
320	0,561	0,607	0,808	1,027	0,837

321	0,552	0,599	0,799	1,016	0,83
322	0,543	0,59	0,79	1,006	0,823
323	0,534	0,581	0,781	0,996	0,815
324	0,527	0,574	0,773	0,987	0,808
325	0,519	0,566	0,765	0,977	0,801
326	0,51	0,557	0,756	0,966	0,792
327	0,502	0,549	0,748	0,956	0,784
328	0,494	0,54	0,738	0,944	0,775
329	0,486	0,533	0,73	0,933	0,767
330	0,478	0,524	0,721	0,922	0,758
331	0,469	0,515	0,711	0,91	0,748
332	0,46	0,506	0,701	0,897	0,738
333	0,452	0,498	0,692	0,885	0,729
334	0,445	0,49	0,683	0,874	0,72
335	0,437	0,481	0,674	0,862	0,71
336	0,429	0,473	0,664	0,849	0,699
337	0,421	0,464	0,654	0,836	0,689
338	0,413	0,455	0,643	0,822	0,678
339	0,405	0,447	0,633	0,809	0,667
340	0,398	0,439	0,623	0,795	0,656
341	0,389	0,43	0,612	0,781	0,643
342	0,382	0,422	0,601	0,766	0,631
343	0,374	0,413	0,589	0,751	0,618
344	0,366	0,404	0,577	0,736	0,605
345	0,36	0,397	0,567	0,722	0,593
346	0,353	0,389	0,556	0,709	0,582
347	0,346	0,382	0,545	0,695	0,57

348	0,339	0,374	0,534	0,68	0,557
349	0,332	0,365	0,522	0,665	0,544
350	0,324	0,357	0,511	0,65	0,532
351	0,318	0,351	0,501	0,637	0,521
352	0,312	0,343	0,49	0,624	0,509
353	0,305	0,335	0,479	0,61	0,497
354	0,299	0,328	0,469	0,598	0,486
355	0,293	0,322	0,46	0,586	0,476
356	0,287	0,314	0,449	0,573	0,465
357	0,28	0,307	0,439	0,56	0,454
358	0,275	0,301	0,43	0,548	0,444
359	0,27	0,295	0,421	0,537	0,434
360	0,264	0,288	0,41	0,524	0,423
361	0,258	0,281	0,4	0,511	0,412
362	0,252	0,275	0,391	0,5	0,402
363	0,248	0,27	0,383	0,49	0,394
364	0,243	0,264	0,374	0,479	0,384
365	0,238	0,258	0,364	0,467	0,374
366	0,233	0,252	0,355	0,455	0,364
367	0,228	0,246	0,346	0,444	0,354
368	0,223	0,24	0,338	0,433	0,345
369	0,219	0,235	0,329	0,422	0,335
370	0,214	0,229	0,32	0,411	0,325
371	0,209	0,223	0,312	0,4	0,316
372	0,204	0,217	0,302	0,389	0,306
373	0,2	0,213	0,295	0,379	0,298
374	0,196	0,207	0,286	0,369	0,289

375	0,192	0,202	0,279	0,359	0,281
376	0,187	0,197	0,27	0,349	0,272
377	0,184	0,193	0,263	0,339	0,264
378	0,18	0,188	0,257	0,331	0,257
379	0,177	0,184	0,25	0,323	0,25
380	0,173	0,18	0,244	0,314	0,242
381	0,169	0,175	0,236	0,305	0,235
382	0,166	0,171	0,23	0,297	0,228
383	0,163	0,168	0,224	0,289	0,221
384	0,159	0,164	0,218	0,281	0,214
385	0,157	0,16	0,212	0,274	0,209
386	0,153	0,157	0,207	0,267	0,203
387	0,151	0,153	0,201	0,26	0,197
388	0,148	0,15	0,196	0,253	0,191
389	0,145	0,147	0,192	0,247	0,186
390	0,142	0,144	0,187	0,241	0,181
391	0,139	0,14	0,182	0,235	0,176
392	0,137	0,137	0,178	0,229	0,171
393	0,135	0,135	0,174	0,224	0,168
394	0,133	0,132	0,17	0,219	0,163
395	0,13	0,13	0,166	0,214	0,159
396	0,129	0,128	0,163	0,209	0,156
397	0,126	0,125	0,16	0,205	0,152
398	0,125	0,123	0,157	0,201	0,149
399	0,122	0,121	0,153	0,196	0,145
400	0,121	0,119	0,15	0,192	0,142
401	0,119	0,117	0,148	0,189	0,139

402	0,117	0,115	0,144	0,184	0,136
403	0,116	0,114	0,142	0,182	0,134
404	0,114	0,111	0,139	0,178	0,131
405	0,113	0,11	0,137	0,175	0,128
406	0,111	0,108	0,135	0,171	0,126
407	0,11	0,107	0,133	0,169	0,124
408	0,108	0,105	0,13	0,165	0,121
409	0,108	0,105	0,129	0,163	0,119
410	0,106	0,103	0,127	0,16	0,117
411	0,105	0,102	0,125	0,158	0,115
412	0,104	0,101	0,123	0,155	0,113
413	0,103	0,1	0,122	0,153	0,112
414	0,102	0,098	0,119	0,15	0,109
415	0,101	0,097	0,118	0,148	0,108
416	0,1	0,096	0,116	0,146	0,106
417	0,099	0,095	0,115	0,144	0,105
418	0,098	0,094	0,113	0,142	0,103
419	0,097	0,093	0,112	0,14	0,101
420	0,096	0,092	0,111	0,138	0,1
421	0,095	0,091	0,109	0,136	0,098
422	0,094	0,09	0,108	0,134	0,097
423	0,093	0,09	0,107	0,132	0,096
424	0,093	0,089	0,105	0,13	0,094
425	0,092	0,088	0,104	0,129	0,093
426	0,091	0,087	0,103	0,127	0,091
427	0,091	0,087	0,102	0,126	0,091
428	0,09	0,086	0,101	0,124	0,089

429	0,089	0,085	0,1	0,123	0,088
430	0,089	0,084	0,098	0,121	0,087
431	0,088	0,083	0,097	0,119	0,085
432	0,087	0,083	0,097	0,118	0,085
433	0,087	0,082	0,096	0,117	0,084
434	0,086	0,082	0,095	0,115	0,082
435	0,085	0,081	0,093	0,114	0,081
436	0,085	0,081	0,093	0,113	0,081
437	0,084	0,08	0,092	0,111	0,079
438	0,084	0,079	0,091	0,11	0,079
439	0,083	0,078	0,09	0,109	0,077
440	0,083	0,078	0,089	0,107	0,077
441	0,082	0,078	0,089	0,107	0,076
442	0,082	0,077	0,088	0,106	0,075
443	0,081	0,076	0,087	0,104	0,074
444	0,081	0,076	0,086	0,103	0,074
445	0,08	0,076	0,086	0,102	0,073
446	0,08	0,075	0,085	0,101	0,072
447	0,079	0,074	0,084	0,1	0,071
448	0,079	0,074	0,084	0,1	0,071
449	0,079	0,074	0,083	0,099	0,07
450	0,078	0,073	0,082	0,098	0,069
451	0,078	0,073	0,082	0,097	0,069
452	0,077	0,073	0,081	0,096	0,068
453	0,077	0,072	0,081	0,096	0,068
454	0,077	0,072	0,08	0,095	0,067
455	0,076	0,071	0,08	0,094	0,066

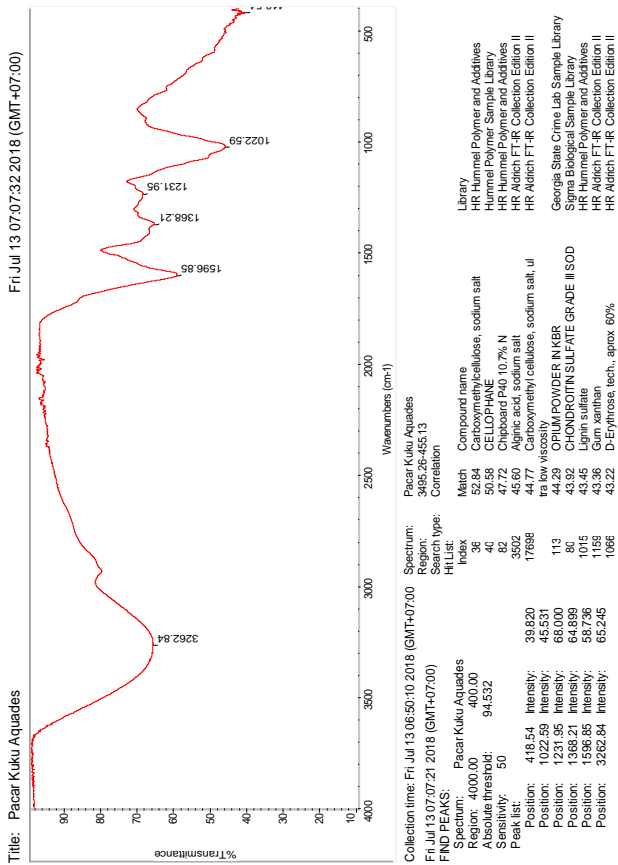
456	0,076	0,071	0,079	0,094	0,066
457	0,075	0,071	0,079	0,093	0,066
458	0,075	0,07	0,078	0,092	0,065
459	0,075	0,07	0,078	0,092	0,065
460	0,075	0,07	0,078	0,091	0,065
461	0,074	0,069	0,077	0,091	0,064
462	0,074	0,069	0,077	0,09	0,064
463	0,073	0,068	0,076	0,089	0,063
464	0,073	0,068	0,076	0,089	0,063
465	0,073	0,068	0,075	0,088	0,062
466	0,072	0,067	0,074	0,087	0,062
467	0,072	0,067	0,074	0,087	0,062
468	0,072	0,067	0,074	0,087	0,061
469	0,072	0,066	0,074	0,086	0,061
470	0,071	0,066	0,073	0,085	0,06
471	0,071	0,065	0,073	0,085	0,06
472	0,07	0,065	0,072	0,085	0,06
473	0,07	0,065	0,072	0,084	0,06
474	0,07	0,065	0,072	0,084	0,059
475	0,069	0,064	0,071	0,083	0,058
476	0,069	0,064	0,071	0,083	0,058
477	0,069	0,063	0,071	0,083	0,058
478	0,068	0,063	0,07	0,082	0,058
479	0,067	0,062	0,07	0,081	0,057
480	0,068	0,062	0,07	0,081	0,057
481	0,067	0,062	0,069	0,081	0,057
482	0,067	0,061	0,069	0,08	0,057

483	0,066	0,061	0,068	0,079	0,056
484	0,065	0,06	0,068	0,079	0,055
485	0,065	0,06	0,068	0,079	0,055
486	0,065	0,06	0,067	0,078	0,055
487	0,065	0,059	0,067	0,078	0,055
488	0,064	0,059	0,066	0,077	0,054
489	0,064	0,059	0,066	0,077	0,054
490	0,063	0,058	0,066	0,077	0,054
491	0,063	0,058	0,066	0,076	0,054
492	0,063	0,058	0,065	0,076	0,053
493	0,063	0,058	0,065	0,076	0,053
494	0,062	0,057	0,065	0,076	0,053
495	0,061	0,056	0,064	0,074	0,052
496	0,062	0,056	0,064	0,075	0,053
497	0,061	0,056	0,064	0,074	0,052
498	0,061	0,056	0,063	0,074	0,052
499	0,06	0,056	0,063	0,073	0,052
500	0,059	0,054	0,062	0,072	0,051

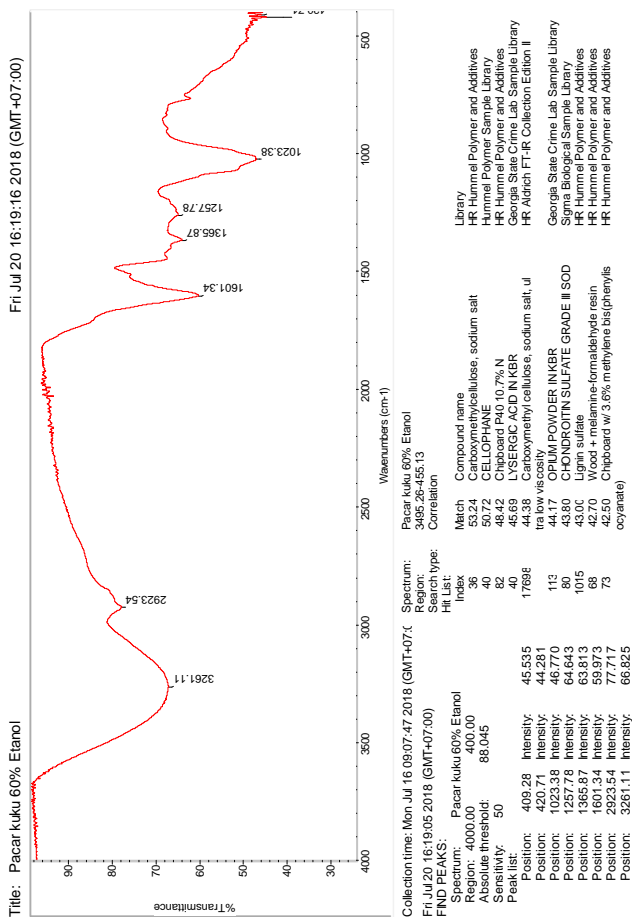
APPENDIKS D

HASIL ANALISA FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*)

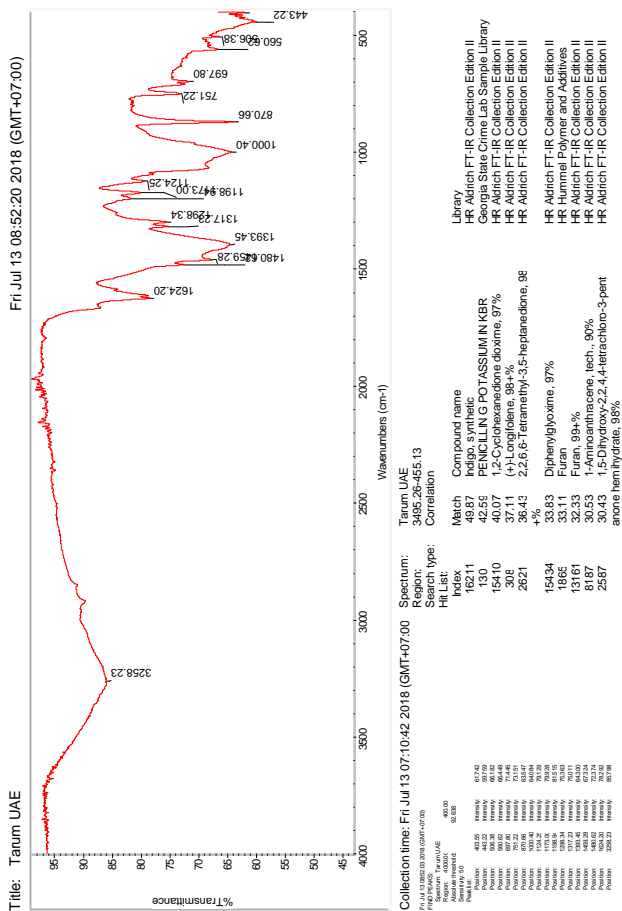
A. Hasil Analisa FTIR pada Ekstrak Daun Pacar Kuku dengan Pelarut Aquadest



B. Hasil Analisa FTIR pada Ekstrak Daun Pacar Kuku dengan Pelarut Etanol 60%



C. Hasil Analisa FTIR pada Ekstrak Daun Tarum dengan Pelarut Aquadest



Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS

Penulis 1



Ni'matul Azizah, lahir pada 27 Desember 1996 di salah satu Kabupaten di Jawa Tengah yaitu Kabupaten Purworejo. Pendidikannya dimulai di SD Negeri Sambeng, SMP Negeri 4 Purworejo, lalu melanjutkan di SMA Negeri 1 Purworejo, dan menempuh jenjang S1 Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2014. Penulis memiliki pengalaman kerja praktik di PT. Pupuk Kalimantan Timur pada bulan Juli-September 2017. Pada September 2017 penulis mengambil bidang studi Teknologi Proses Kimia khususnya mengenai zat warna. Kemudian pada Februari 2017 penulis menyelesaikan Tugas Pra Desain Pabrik sebagai syarat meraih gelar sarjana yang berjudul "*Pra Desain Pabrik Pigment Iron Oxide Merah, Kuning, & Hitam dari Limbah Mill Scale*".

Email : Azizah129G@yahoo.com

No Hp : 081226498684

Penulis 2



Achmad Qodim Syafa'atullah, seorang laki-laki yang lahir di Sidoarjo pada 11 Oktober 1995. Penulis merupakan anak tunggal yang telah menempuh pendidikan MINU Pucang Sidoarjo, SMP Negeri 1 Sidoarjo, SMA Taruna Nusantara hingga melanjutkan pendidikan S1 Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2014. Penulis memiliki pengalaman kerja praktik di PT. Styrindo Mono Indonesia, Cilegon, Banten pada tahun 2017. Pada september 2017 penulis mengambil bidang studi Teknologi Proses Kimia khususnya zat warna. Kemudian pada Februari 2018 penulis menyelesaikan Tugas Pra Desain Pabrik sebagai syarat meraih gelar sarjana yang berjudul “Pra Desain Pabrik *Pigment Iron Oxide* Merah, Kuning & Hitam dari limbah Mill Scale“

Email : Achmad.qodims@gmail.com

Telp : 081392734380