

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Konsep Teoritis

1. Pembelajaran Kimia

Belajar adalah suatu proses kompleks yang terjadi pada semua orang dan berlangsung seumur hidup, sejak dia masih bayi hingga ke liang lahat nanti. Salah satu pertanda bahwa seseorang telah belajar adalah adanya perubahan tingkah laku dalam dirinya. Perubahan tingkah laku tersebut menyangkut baik perubahan yang bersifat pengetahuan (kognitif), dan keterampilan (psikomotorik) maupun yang menyangkut nilai dan sikap (afektif)¹⁹.

Pembelajaran adalah suatu kegiatan yang bertujuan. Tujuan ini harus searah dengan tujuan belajar siswa dan kurikulum. Tujuan belajar pada siswa adalah mencapai perkembangan optimal, yang meliputi aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik. Dengan demikian, tujuan pembelajaran adalah agar peserta didik mencapai perkembangan optimal dalam ketiga aspek tersebut. Untuk mencapai tujuan yang sama itu, peserta didik melakukan kegiatan belajar, sedangkan guru melakukan pembelajaran. Kedua kegiatan tersebut saling melengkapi untuk mencapai tujuan yang sama²⁰.

Kimia adalah ilmu yang mencari jawaban atas pertanyaan apa, mengapa, dan bagaimana gejala-gejala alam yang berkaitan dengan

¹⁹Arief S. Sadiman, R. Raharjo, Anung Haryono, dan Rahardjito, *Media Pendidikan*, Jakarta, Raja Grafindo Persada, 2011, h. 2.

²⁰Cecep Kustandi dan Bambang Sutjipto, *Media Pembelajaran*, Bogor, Ghalia Indonesia, 2011, h. 6.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

komposisi, struktur dan sifat, perubahan, dinamika, dan energetika zat. Ilmu kimia mempunyai ciri-ciri yang khas dan tertentu yaitu²¹:

- a. Beberapa konsepnya bersifat abstrak.
- b. Mempelajarinya dengan penyederhanaan dari ilmu kimia yang sebenarnya.
- c. Materi pelajarannya cukup banyak.
- d. Bahan pelajarannya dimulai dari yang mudah menuju yang sukar belajarnya bukan hanya sekedar menyelesaikan soal-soal.

Dalam Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No 24 Tahun 2016 disebutkan bahwa berdasarkan perkembangan dan kebutuhan pendidikan saat ini diperlukan perbaikan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar yang mengakomodasikan prinsip-prinsip untuk memperkuat proses pembelajaran²². Sesuai dengan Standar Kompetensi Lulusan dan Standar Isi maka salah satu prinsip pembelajaran yang digunakan adalah dari guru sebagai satu-satunya sumber belajar menjadi belajar berbasis aneka sumber belajar dan dari pendekatan tekstual menuju proses sebagai penguatan penggunaan pendekatan ilmiah²³. Oleh karena itu, guru dapat menggunakan sumber belajar hasil penelitian ilmiah dalam pembelajaran kimia agar mempermudah dalam menyampaikan suatu konsep kepada peserta didik.

²¹Heri Prasetya, *Loc.cit.*

²²Lampiran Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 24 Tahun 2016 Tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah, http://bsnp-indonesia.org/wp-content/uploads/2009/06/Permendikbud_Tahun2016_Nomor022_Lampiran.pdf, h. 3.

²³Lampiran Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 22 Tahun 2016, *Op.cit.*, h. 2.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Sumber Belajar

Sumber belajar adalah segala sesuatu yang ada di sekitar lingkungan kegiatan belajar yang secara fungsional dapat digunakan untuk membantu optimalisasi hasil belajar dari segi proses dan hasil belajar²⁴. Implementasi sumber belajar dalam proses pembelajaran tercantum dalam kurikulum saat ini, bahwa dalam proses pembelajaran yang efektif adalah proses pembelajaran yang menggunakan berbagai ragam sumber belajar²⁵.

Secara garis besarnya, terdapat dua jenis sumber belajar yaitu:

- a. Sumber belajar yang dirancang (*learning resources by design*), yakni sumber belajar yang secara khusus dirancang atau dikembangkan sebagai komponen sistem instruksional untuk memberikan fasilitas belajar yang terarah dan bersifat formal.
- b. Sumber belajar yang dimanfaatkan (*learning resources by utilization*), yaitu sumber belajar yang tidak didesain khusus untuk keperluan pembelajaran dan keberadaannya dapat ditemukan, diterapkan dan dimanfaatkan untuk keperluan pembelajaran.

Perlunya mengembangkan sumber belajar di satuan pendidikan didasari oleh pertimbangan berikut ini²⁶.

- a. Perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni begitu cepat sehingga bahan pelajaran yang ada dalam buku teks pelajaran tidak dapat mengikutinya pada waktu yang bersamaan.

²⁴B.P.Sitepu, *Op.cit.*, h. 180-181.

²⁵Daryanto, *Op.cit.*, h. 345.

²⁶B.P. Sitepu, *Op.cit.*, h. 180.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- b. Waktu yang tersedia untuk belajar secara tatap muka antara pembelajar dan pemelajar terbatas dan tidak cukup mencakup semua pokok bahasan secara tuntas sehingga tidak mencapai kompetensi yang ditetapkan.
- c. Masing-masing pemelajar memiliki gaya belajar yang berbeda-beda dan tidak mungkin dipenuhi semuanya di dalam kelas.
- d. Pemelajar perlu dilatih mencari, menemukan, mengolah, dan menggunakan informasi secara mandiri.
- e. Sumber belajar yang ada perlu dimanfaatkan secara terintegrasi dan optimal dengan proses pembelajaran di kelas untuk efektivitas dan efisiensi proses pembelajaran.
- f. Pusat sumber belajar dapat dijadikan sebagai penggerak dalam mengatasi berbagai masalah belajar dan membelajarkan dengan cara-cara yang kreatif dan inovatif dengan berorientasi pada kepentingan pemelajar.

Secara umum tujuan mengembangkan sumber belajar ialah meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar pemelajar secara individu dan keseluruhan dengan menggunakan aneka sumber belajar. Komponen sumber belajar yang perlu dikembangkan dapat dikategorikan ke dalam : pesan, orang, bahan, alat, prosedur, lingkungan, dan pengelolaan. Sumber belajar terbagi enam jenis. Menurut Wiryolusumo dan Mustaji dalam buku Daryanto yang berjudul “media pembelajaran” pengertian dan contoh tiap-tiap jenis sumber belajar²⁷ tersebut dijabarkan dalam tabel berikut.

²⁷Daryanto, *Op.cit.*, h. 347.

Tabel II.1: Jenis Sumber Belajar

Sumber Belajar	Pengertian	Contoh
Pesan	Pelajaran/informasi yang diteruskan oleh komponen lain dalam bentuk ide, fakta, arti, dan data.	Semua bidang studi atau mata pelajaran.
Orang/manusia	Manusia yang bertindak sebagai penyimpan, pengolah dan penyaji pesan. Tidak termasuk mereka yang menjalankan fungsi pengembangan dan pengelolaan sumber belajar.	Guru/pendidik, Pembina, pembimbing, tutor, pamong murid, pemain, pembicara, tidak termasuk tim kurikulum, peneliti, prosedur, teknisi, dan lain-lain yang tidak langsung berinteraksi dengan peserta didik.
Bahan/material	Sesuatu (biasa disebut media atau <i>software</i>) yang mengandung pesan untuk disajikan, melalui penggunaan alat ataupun oleh dirinya.	Transparansi, slide, film, film strip, audio tape, video tape, modul, majalah, bahan, pengajaran terprogram, dan lain-lain.
Alat/ Peralatan	Sesuatu (biasa disebut <i>hardware</i>) yang digunakan untuk menyampaikan pesan yang tersimpan dalam bahan.	Proyektor, slide, film trip, film, OHP, LCD, video tape atau kaset recorder, pesawat televisi, dan lain-lain.
Teknik	Prosedur rutin atau acuan yang disipksn untuk mrnggunakan bahan, alat, orang, dan lingkungan untuk penyampaian pesan.	Pengajaran terprogram belajar mandiri, mastery learning, discovery learning, simulasi, kuliah, ceramah, tanya jawab, dan lain-lain.
Lingkungan	Situasi sekitar di mana pesan diterima.	Lingkungan, gedung, sekolah, perpustakaan, laboratorium, dan lain-lain.

3. Penelitian dan Pengembangan

Penelitian pengembangan merupakan suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang sudah ada dan dapat dipertanggung jawabkan. Produk tersebut tidak selalu berbentuk benda atau perangkat keras (*hardware*), seperti buku, modul, alat bantu pembelajaran di kelas atau laboratorium, tetapi bisa juga perangkat lunak (*software*), seperti program komputer untuk pengolah data,

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

pembelajaran di kelas, perpustakaan atau laboratorium, ataupun model-model guruan, pembelajaran, pelatihan, bimbingan, evaluasi, dan manajemen²⁸.

Metode penelitian dan pengembangan atau dalam bahasa Inggrisnya *Research and Development* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Penelitian dan pengembangan yang menghasilkan produk tertentu untuk bidang administrasi, pendidikan dan sosial lainnya masih rendah. Padahal banyak produk tertentu dalam bidang pendidikan dan sosial yang perlu dihasilkan melalui *research and development*²⁹.

Ada tiga macam model pengembangan perangkat pembelajaran, yaitu model *For-D*, model *Kemp*, model *Dick* dan *Carey*³⁰.

a. Pengembangan Perangkat Model *Four-D*

Model pengembangan ini disarankan oleh Thiagaraja, Semmel, dan Semmel. Model ini terdiri dari empat tahap pengembangan, yaitu *Define, Design, Development, and Disseminate* atau diadaptasikan menjadi model 4-P, yaitu pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan penyebaran.

1) Tahap pendefinisian (*define*), ada 5 langkah pokok di dalam tahap ini:

- a) Analisis ujung depan, dengan mempertimbangkan kurikulum yang berlaku.

²⁸Nana Syaodih Sukmadinata, *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung, Remaja Rosdakarya, 2012, h. 164.

²⁹Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, Bandung, Alfabeta, 2016, h. 407-408.

³⁰Jamil Suprihatiningrum, *Strategi Pembelajaran Teori dan Aplikasi*, Jogjakarta, Ar-ruzz Media, 2013, h. 131.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- b) Analisis siswa, dengan memperhatikan ciri, kemampuan, dan pengalaman siswa.
 - c) Analisis tugas, mencakup: analisis struktur isi, analisis prosedural
 - d) Analisis konsep, mengidentifikasi konsep-konsep yang akan diajarkan, menghasilkan peta konsep.
 - e) Perumusan tujuan, untuk mengonversikan hasil analisis tugas dengan analisis konsep menjadi tujuan pembelajaran khusus.
- 2) Tahap Perancangan (*Design*)
 - a) Penyusunan tes
 - b) Pemilihan media
 - c) Pemilihan format
 - d) Rancangan awal perangkat
 - 3) Tahap Pengembangan (*Develop*)
 - a) Validasi perangkat oleh pakar
 - b) Simulasi
 - c) Uji coba terbatas
 - d) Uji coba lebih lanjut
 - 4) Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Tahap ini merupakan tahap penggunaan perangkat yang telah dikembangkan pada skala yang lebih luas, misalnya di kelas lain, di sekolah lain, oleh guru lain.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

b. Pengembangan Perangkat Model *Kemp*

Pengembangan perangkat merupakan suatu lingkaran yang kontiniu. Tiap-tiap langkah pengembangan berhubung langsung dengan aktivitas revisi. Pengembangan perangkat dapat dimulai dari titik manapun di dalam siklus tersebut³¹.

c. Pengembangan *Dick and Carey*

Perancangan pengejaran menurut sistem pendekatan model *Dick and Carey*, dikembangkan oleh *Walter Dick and Lou Carey*. Menurut pendekatan ini terdapat beberapa komponen yang akan dilewati dalam proses pengembangan dan perancangan tersebut yang berupa urutan langkah-langkah³².

4. Koloid

a. Pengertian Sistem Koloid

Thomas Graham banyak mempelajari tentang kecepatan difusi (gerak) partikel materi sehingga ia dapat merumuskan hukum tentang difusi. Dari pengamatannya, ternyata gerakan partikel zat dalam larutan ada yang cepat dan ada yang lambat. Umumnya yang berdifusi cepat adalah zat berupa kristal sehingga disebut *kristaloid*, contohnya NaCl dalam air. Akan tetapi istilah ini tidak populer karena ada zat yang bukan kristal berdifusi cepat, contohnya HCl dan H₂SO₄. Yang lambat berdifusi disebabkan oleh partikelnya mempunyai daya tarik (perekat) satu sama lain., contohnya putih telur dalam air. Zat seperti ini disebut *koloid* (bahasa

³¹Trianto, *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*, Jakarta, Kencana, 2010, h. 85.

³²*Ibid.*, h. 85.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Yunani: cola = perekat). Sistem koloid sebenarnya merupakan sistem dispersi dengan ukuran partikel yang lebih besar dari larutan, tetapi lebih kecil daripada suspensi³³.

b. Sifat Koloid

Suatu campuran digolongkan ke dalam sistem koloid apabila memiliki sifat-sifat yang berbeda dari larutan sejati. Beberapa sifat fisik yang membedakan sistem koloid dari larutan sejati yaitu efek Tyndall, gerak Brown, adsorpsi, kestabilan dan koagulasi koloid. Berikut ini adalah penjelasan untuk sifat adsorpsi yang digunakan dalam metode penelitian ini.

1) Adsorpsi

Atom, molekul, atau ion yang berkerumun membentuk partikel koloid dapat memiliki sifat listrik pada permukaannya. Sifat ini menimbulkan gaya van der Waals, bahkan gaya valensi yang dapat menarik dan mengikat atom-atom, molekul atau ion-ion dari zat asing³⁴. Penempelan zat asing pada permukaan suatu partikel koloid disebut adsorpsi. Zat-zat teradsorpsi dapat terikat kuat membentuk lapisan yang tebalnya tidak lebih dari satu atau dua partikel. Banyaknya zat asing yang dapat diadsorpsi bergantung pada luas permukaan partikel koloid. Meskipun adsorpsi merupakan gejala umum dari zat, efisiensi adsorpsi ini bergantung pada besarnya luas permukaan pengadsorpsi.

³³Syukri S, *Kimia Dasar 2*, Bandung, ITB, 1999, h. 453.

³⁴Yayan Sunarya, *Kimia Dasar 2*, Bandung, Yrama Widya, 2011, h. 47.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Jika permukaan partikel koloid bermuatan positif, maka zat asing yang menempel harus bermuatan negatif. Sebaliknya, jika permukaan partikel koloid bermuatan negatif, maka zat asing yang menempel bermuatan positif. Akibat dari kemampuan partikel koloid dapat mengadsorpsi partikel lain, maka sistem koloid dapat berbentuk agregat yang sangat besar berupa jaringan seperti jeli. Di lain pihak, agregat yang sangat besar dapat dipecah-pecah menjadi agregat kecil-kecil seperti ditunjukkan pada sol³⁵.

5. Tanaman Aren (*Arenga pinnata* Merr)

a. Asal-usul Aren

Dahulu tanaman aren dikenal dengan nama botani *Arenga saccharifera*. Tetapi sekarang lebih banyak dipustakakan dengan nama *Arenga pinnata* Merr. Tanaman aren bisa dijumpai dari pantai barat India sampai ke sebelah selatan Cina dan juga kepulauan Guam. Habitat aren juga banyak terdapat di Philipina, Malaysia, dataran Assam di India, Laos, Kamboja, Vietnam, Birma (Myanmar), Srilanka dan Thailand. Akan tetapi konon, tanaman yang termasuk dalam keluarga Palma atau Aracaceae ini berasal dari Indonesia. Pohon enau mudah tumbuh. Memiliki asal usul dari wilayah Asia tropis, enau diketahui menyebar alami mulai dari India timur di sebelah barat, hingga sejauh Malaysia, Indonesia, dan Filipina di sebelah timur. Di Indonesia, enau tumbuh liar atau ditanam, sampai

³⁵Yayan Sunarya, *Ibid*.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ketinggian 1.400 m dpl. Biasanya banyak tumbuh di lereng-lereng atau tebing sungai³⁶.

1) Nama Daerah

Aren (*Arenga pinnata* Merr.) adalah salah satu species yang termasuk dalam famili Aracaceae. Banyak nama daerah (*Vernacular names*) yang diberikan untuk aren di Indonesia, hal ini karena tingkat penyebarannya sangat luas. Nama-nama daerah tanaman aren di Indonesia (Lutony, 1993) antara lain: bak juk (Aceh), paula (Karo), bagot (Toba), bargot (Mandailing), anau, biluluak (Minangkabau), kawung, taren (Sunda), aren, lirang (Jawa, Madura), jaka, hano (Bali), pola (Sumbawa), nao (Bima), kolotu (Sumba), moke (Flores), seho (Manado), saguer (Minahasa), segeru (Maluku), ngkonau (Kaili). Di daerah Bugis aren dikenal dengan nama indruk dan di Tana Toraja disebut induk. Sedangkan dalam bahasa asing (dikenal dengan nama *arenpalm*, *sagarpalm*, *gomotipalm* (Inggris), *palmier a sucre*, *areng* (Perancis), *suikerpalm* (Belanda) dan *zucerpalm* (Jerman)³⁷.

2) Taksonomi Aren

Taksonomi Tanaman aren (*Arenga pinnata* Merr) sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae* (tumbuhan)

Sub kingdom : *Tracheobionta* (tumbuhan berpembuluh)

³⁶Wikipedia Indonesia. <https://id.wikipedia.org/wiki/Enau>, diakses pada tanggal 12 Oktober 2016, pukul 20.00 WIB

³⁷Mody Lempang, *Pohon Aren Dan Manfaat Produksinya*, Makassar , Balai Penelitian Makassar, Info Teknis EBONI Vol.9 No.1, Oktober 2012, h. 40.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Super Divisi	: <i>Spermatophyta</i> (menghasilkan biji)
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i> (tumbuhan berbunga)
Kelas	: <i>Liliopsida</i> (berkeping satu/monokotil)
Sub Kelas	: <i>Arecidae</i>
Ordo	: <i>Arecales</i>
Family	: <i>Arecaceae</i> (suku pinang-pinangan)
Genus	: <i>Arenga</i>
Spesies	: <i>Arenga pinnata</i> Merr.
Sinonim	: <i>Arenga saccharifera</i>



Gambar II.1: Pohon Aren

Aren (*Arenga pinnata*) termasuk suku palem-paleman yang memiliki berbagai fungsi antara lain fungsi konservasi dan fungsi ekonomis, sebab hampir semua bagian tanaman yaitu akar, batang, daun, dan buah dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan manusia. Wilayah penyebaran aren terletak antara garis lintang 20° LU-11° LS yaitu meliputi India, Srilangka, Banglades, Burma, Thailand, Laos,

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Malaysia, Indonesia, Vietnam, Hawaii, Philipina, Guam dan berbagai pulau disekitar pasifik³⁸.

b. Kandungan Kimia Kulit Buah Aren (*Arenga pinnata* Merr)

Dalam sekali panen jumlah buah yang dihasilkan berkisar antara 5-8 ribu per mayang dan rata-rata satu pohon aren mempunyai 7-9 mayang. Fungsi produksi aren dalam menghasilkan berbagai komoditi mempunyai nilai ekonomi tinggi dan berpotensi ekspor jika diusahakan secara serius, karena seluruh bagian tanaman dapat diolah menjadi berbagai produk pangan dan non pangan. Kulit buah aren dapat digunakan sebagai biosorben karena mengandung senyawa kimia aktif lignin dan selulosa. Karakterisasi FTIR menunjukkan gugus fungsi utama yang terdapat dalam kulit buah aren seperti karboksil, amida, dan hidroksil³⁹.



Gambar II.2: Limbah Kulit Buah Aren⁴⁰

³⁸Muchtar Efendy, dkk., *Laporan Penelitian (Mandiri) Studi Potensi Tanaman Aren (Arenga Pinnata) Di Desa Batang Kulur*, Kandangan Kabupaten Hulu Sungai Selatan, 2013, h. 14.

³⁹Hidayat, Meilia Innes, Nazris Nazaruddin, Rahmiana Zein, and Edison Munaf, *Palm Fruit (Arenga pinnata) Shell as Biosorbent for the Removal of Cu (II), Co(II), Ni(II), and Pb (II) from Aqueous Solution*, Research Journal of Phamaceutical, Biological, and Chemical Sciences, Universitas Andalas, 2014, ISSN: 0975-8585, h. 3-5.

⁴⁰*Ibid.*, h. 4.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel II.2: Komposisi Kimia Serat dari Bagian Berbeda Pohon Aren⁴¹

Komposisi	Daun Pohon Aren	Tandan Buah Aren	Ijuk	Batang Pohon Aren
Selulosa (%)	66.49	61.76	52.29	40.56
Hemiselulosa (%)	81.22	71.78	65.62	61.10
Lignin (%)	18.89	23.48	31.52	46.44
Abu (%)	3.05	3.38	4.03	2.38
Kadar air (%)	2.74	2.70	7.40	1.45
Ekstrak (%)	2.46	2.24	4.39	6.30

Sumber: Sanyang, Sapuan, Jawaid, Ishak, dan Jahari, 2016.

6. Minyak Goreng Bekas

Minyak goreng bekas (minyak jelantah) adalah minyak goreng yang sudah digunakan beberapa kali pemakaian oleh konsumen. Selain warnanya yang tidak menarik dan berbau tengik, minyak jelantah juga mempunyai potensi besar dalam membahayakan kesehatan tubuh. Minyak jelantah mengandung radikal bebas yang setiap saat siap untuk mengoksidasi organ tubuh secara perlahan. Minyak jelantah kaya akan asam lemak bebas. Terlalu sering mengonsumsi minyak jelantah dapat meningkatkan potensi kanker di dalam tubuh. Menurut para ahli kesehatan, minyak goreng hanya boleh digunakan dua sampai empat kali untuk menggoreng⁴². Kerusakan minyak selama proses menggoreng akan mempengaruhi mutu dan nilai gizi dari bahan pangan yang digoreng. Minyak yang rusak akibat proses oksidasi dan polimerasi akan menghasilkan bahan dengan rupa yang kurang menarik dan cita rasa yang tidak enak, serta kerusakan sebagian vitamin dan asam lemak

⁴¹Sanyang, Sapuan, Jawaid, Ishak, dan Jahari, *Recent developments in sugar palm (Arengapinnata) based biocomposites and their potential industrial applications: A review*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier, 2016, h. 3.

⁴²Julius Fernando Pakpahan, Tomas Tambunan, Agnes Harimby, M. Yusuf Ritonga, *Pengurangan FFA dan Warna Minyak Jelantah dengan Adsorben Serabut Kelapa dan Jerami*, Sumatera Utara : Jurnal Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Jurnal Teknik Kimia USU, Vol. 2, No. 1, 2013, h. 32.

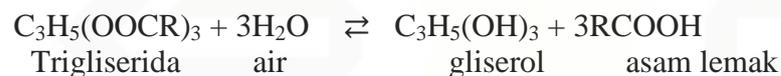
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

esensial yang terdapat dalam minyak⁴³. Kerusakan minyak pada umumnya disebabkan oleh proses hidrolisis, polimerisasi dan oksidasi.

a. Hidrolisis

Reaktifitas kimia dari trigliserida dicerminkan oleh reaktifitas ikatan ester dan derajat ketidakjenuhan dari rantai hidrokarbon. Ikatan ester dapat mengalami hidrolisis dalam suasana asam ataupun basa. Proses hidrolisis merupakan proses pemisahan gugus OR dari gugus asil (*acyl*) dalam molekul ester, sehingga terbentuk asam bebas dan alkohol. Reaksi hidrolisis pada minyak dapat dilihat pada gambar II.3. Persamaan reaksinya adalah sebagai berikut:



Trigliserida air gliserol asam lemak

Gambar II.3: Reaksi hidrolisis pada minyak.

Asam lemak yang ditemukan di alam dapat dibagi menjadi dua golongan, yaitu asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Asam lemak tak jenuh berbeda dalam jumlah dan posisi ikatan rangkapnya, dan berbeda dengan asam lemak jenuh dalam bentuk molekul keseluruhannya. Sebagian besar asam-asam lemak tidak jenuh akan rusak dengan bertambahnya umur dan hasil dari akibat kerusakan tersebut sebagian besar dapat menguap.

b. Polimerisasi

Pembentukan senyawa polimer selama proses menggoreng terjadi karena reaksi polimerisasi adisi dari asam lemak tak jenuh. Hal ini terbukti dengan terbentuknya bahan menyerupai *gummy material* yang mengendap

⁴³*Ibid.*, h. 105.



Reaksi oksidasi lemak dapat dibagi menjadi tiga tahap yaitu tahap inisiasi, tahap propagasi dan tahap terminasi. Tahap inisiasi adalah tahap pembentukan radikal bebas (R^* dan H^*) yang bersifat reaktif. Tahap inisiasi dapat dipicu oleh adanya cahaya dan ion metal polivalen. Tahap propagasi adalah reaksi antara radikal bebas dengan oksigen untuk membentuk radikal peroksida (ROO^*). Tahap ini berlangsung cepat karena radikal peroksida akan mengambil atom hidrogen pada asam lemak lainnya pada sisi ikatan rangkapnya sehingga terbentuk radikal bebas baru (R^*) dan hidroperoksida ($ROOH$). Pada tahap terminasi, antar radikal peroksida (ROO^*) juga dapat berikatan satu sama lain membentuk $ROOR$ ⁴⁵.

Molekul-molekul lemak yang mengandung radikal asam lemak tidak jenuh mengalami oksidasi dan menjadi tengik. Bau tengik yang tidak sedap tersebut disebabkan oleh pembentukan senyawa-senyawa hasil pemecahan hiperoksida. Menurut teori, sebuah atom hidrogen yang terikat pada suatu atom karbon yang letaknya di sebelah atom karbon lain yang mempunyai ikatan rangkap dapat disingkirkan oleh suatu kuantum energi sehingga membentuk radikal bebas⁴⁶.

7. Mutu Minyak Goreng

Minyak goreng merupakan kebutuhan masyarakat yang saat ini harganya masih cukup mahal, akibatnya minyak goreng digunakan berkali-kali untuk menggoreng, terutama dilakukan oleh penjual makanan gorengan.

⁴⁵Feri Kusnandar, *Kimia Pangan*, Jakarta, PT. Dian Rakyat, 2011, h. 180.

⁴⁶F. G Winarno, *Kimia Pangan Dan Gizi*, Jakarta, PT Gramedia Pustaka Utama, 2008, h.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Secara ilmiah minyak goreng yang telah digunakan berkali-kali dengan pemanasan tinggi sangatlah tidak sehat, karena minyak tersebut asam lemaknya lepas dari trigliserida sehingga jika asam lemak bebas mengandung ikatan rangkap mudah sekali teroksidasi menjadi aldehid maupun keton yang menyebabkan bau tengik. Akibat kerusakan minyak goreng tersebut dapat menyebabkan keracunan, kolestrol, dan kanker⁴⁷.

Kualitas atau mutu minyak goreng secara umum dapat diketahui dari kadar air, angka asam, angka iod dan angka peroksida.

- a. Kadar Air

Kadar air adalah jumlah (dalam %) air yang menguap pada pemanasan dengan suhu dan waktu tertentu. Jika dalam minyak terdapat air maka akan mengakibatkan reaksi hidrolisis yang menyebabkan kerusakan minyak. Reaksi hidrolisis akan menyebabkan ketengikan pada minyak⁴⁸.

- b. Angka Asam

Angka asam adalah ukuran dari jumlah asam lemak bebas. Angka asam dinyatakan sebagai jumlah milligram KOH yang digunakan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam 1 gram minyak atau lemak⁴⁹. Kadar asam lemak bebas berhubungan erat dengan indeks bias dan titik asap minyak goreng. Dimana dengan bertambahnya kadar asam

⁴⁷Winarni, Wisnu Sunarto, Sri Mantini, *Penetralkan dan Adsorpsi Minyak Goreng Bekas Menjadi Minyak Goreng Layak Konsumsi*, Jurusan Kimia FMIPA unnes, Vol. 8 No.1, Juni 2010, h. 46.

⁴⁸Ketaren, *Minyak dan Lemak Pangan*, Jakarta, UI Press, 2008, h. 173.

⁴⁹*Ibid.*, h. 45.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

lemak bebas maka indeks bias minyak akan meningkat sedangkan titik asap minyak akan menurun⁵⁰.

c. Angka Iodium

Angka iodium merupakan konstanta kimiawi untuk minyak dan lemak. Angka iod didefinisikan sebagai banyaknya iodium yang diserap oleh 100 gram minyak, lemak, atau senyawa-senyawa lain. Angka ini merupakan pengukuran kuantitatif yang menyatakan banyaknya asam lemak tidak jenuh, baik dalam bentuk bebas atau dalam bentuk ester, yang terdapat dalam minyak atau lemak, karena asam ini mempunyai sifat yang mampu menyerap iodium. Meskipun demikian, angka iodium ini tidak memastikan asam lemak spesifik⁵¹.

d. Angka Peroksida

Angka peroksida adalah nilai penting untuk menentukan derajat kerusakan minyak atau lemak yang didasarkan pada reaksi antara alkali iodida dalam larutan asam dengan ikatan peroksida. Iod yang dibebaskan pada reaksi ini kemudian dititrasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, metode ini disebut dengan metode iodometri. Angka peroksida dinyatakan dalam molequivalen dari peroksida dalam 1000 gram sampel⁵².

⁵⁰F. G Winarno, *Op. Cit.*, h. 95.

⁵¹Abdul Rohman, *Lipid: Sifat Fisika-Kimia dan Analisisnya*, Yogyakarta, Pustaka Pelajar, 2016, h. 110.

⁵²Ketaren, *Op. Cit.*, h. 87.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel II.3: Syarat Mutu Minyak Goreng

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Warna	-	Normal
2	Kadar air dan bahan menguap	%(b/b)	Maks. 0,15
3	Bilangan asam	mg KOH/g	Maks. 0,6
4	Bilangan peroksida	mek O ₂ /kg	Maks. 10
5	Minyak pelikan	-	Negatif
6	Asam linoleat (C18:3) dalam komposisi asam lemak minyak	%	Maks. 2
7	Cemaran logam		
7.1	Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,2
7.2	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,1
No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
7.3	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0/250,0*
7.4	Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks. 0,05
8	Ceamaran arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,1
Catatan: - Pengambilan contoh dalam bentuk kemasan di pabrik			
- *dalam kemasan kaleng			

Sumber: SNI 3741:2013

Untuk memperoleh minyak yang bermutu baik, minyak dan lemak kasar harus dimurnikan dari bahan-bahan atau kotoran yang terdapat di dalamnya. Cara-cara pemurnian dilakukan dalam beberapa tahap.

- a. Pengendapan (*settling*) dan pemisahan gumi (*degumming*), bertujuan menghilangkan partikel-partikel halus yang tersuspensi atau berbentuk koloidal. Pemisahan ini dilakukan dengan pemanasan uap dan adsorben, kadang-kadang dilakukan sentrifusa.
- b. Netralisasi dengan alkali, bertujuan memisahkan senyawa-senyawa terlarut seperti fosfatida, asam lemak bebas, dan hidrokarbon. Lemak dengan kandungan asam lemak bebas yang tinggi dipisahkan dengan menggunakan uap panas dalam keadaan vakum, kemudian

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ditambahkan alkali. Sedangkan lemak dengan asam lemak bebas rendah ditambahkan NaOH atau garam Na_2CO_3 , sehingga asam lemak ikut fase air dan terpisah dari lemaknya.

- c. Pemucatan, bertujuan menghilangkan zat-zat warna dalam minyak dengan penambahan *adsorbing agent* seperti arang aktif, tanah liat, atau dengan reaksi-reaksi kimia. Setelah penyerapan warna, lemak disaring dalam keadaan vakum.
- d. Penghilangan bau (deodorasi) lemak, dilakukan dalam botol vakum, kemudian dipanaskan dengan mengalirkan uap panas yang akan membawa senyawa volatil. Selesai proses deodorasi, lemak harus segera didinginkan untuk mencegah kontak dengan O_2 ⁵³.

Adsorben yang digunakan untuk memucatkan minyak terdiri dari tanah pemucat (*bleaching earth/clay*) dan arang (*bleaching carbon*). Zat warna dalam minyak akan diserap oleh permukaan adsorben dan juga menyerap suspensi koloid (*gum* dan resin) serta hasil degradasi minyak, misalnya peroksida.

Pemucatan minyak menggunakan adsorben umumnya dilakukan dalam ketel yang dilengkapi dengan pipa uap. Minyak yang akan dipucatkan dipanaskan pada suhu 105°C selama 1 jam. Penambahan adsorben dilakukan pada saat minyak mencapai suhu $70\text{-}80^\circ\text{C}$, dan jumlah adsorben kurang lebih 1,0-1,5 % dari berat minyak. Selanjutnya minyak dipisahkan dari adsorben dengan cara penyaringan menggunakan kain tebal atau dengan cara

⁵³F. G Winarno, *Op. cit.*, h. 100.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

pengepresan dengan *filter press*. Minyak yang hilang karena proses tersebut berkurang lebih 0,2-0,5% dari berat yang dihasilkan setelah proses pemucatan. Keuntungan penggunaan karbon aktif sebagai bahan pemucat ialah lebih efektif untuk menyerap warna dibandingkan dengan *bleaching clay*, sehingga karbon aktif dapat digunakan sebagai bahan pemucat biasanya berjumlah lebih kurang 0,1-0,2% dari berat minyak⁵⁴.

8. Adsorben

Adsorben adalah bahan penyerap yang mampu menangkap/mengikat ion-ion bebas di dalam air melalui peristiwa adsorpsi. Adsorpsi merupakan fenomena fisika dimana molekul-molekul bahan yang diadsorpsi tertarik pada permukaan bidang padat bertindak sebagai fasa penyerap yang disebut adsorben. Bahan yang banyak digunakan sebagai adsorben adalah karbon aktif dan silika gel. Permukaan adsorben pada umumnya secara fisika maupun kimia heterogen dan energi ikatan sangat mungkin berbeda antara satu titik dengan titik lainnya. Adsorpsi melibatkan proses perpindahan massa dan menghasilkan kesetimbangan distribusi dari satu atau lebih larutan antara fasa cair dan partikel. Pemisahan dari suatu larutan tunggal antara cairan dan fasa yang diserap membuat pemisahan larutan dari fasa cair dapat dilangsungkan⁵⁵. Daya adsorpsi karbon aktif disebabkan karena karbon aktif memiliki pori-pori dalam jumlah besar, dan adsorpsi akan terjadi karena adanya perbedaan energi potensial antara permukaan arang dengan zat yang diserap⁵⁶.

⁵⁴Ketaren, *Op.cit.*, h. 216.

⁵⁵Kusnaedi, *Op.cit.*, h. 9.

⁵⁶Ketaren, *Op.cit.*, h. 220.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Atom, molekul, atau ion yang berkumun membentuk partikel koloid dapat memiliki sifat listrik pada permukaannya. Sifat ini menimbulkan gaya van der Waals, bahkan gaya valensi yang dapat menarik dan mengikat atom-atom, molekul atau ion-ion dari zat asing. Penempelan zat asing pada permukaan suatu partikel koloid disebut adsorpsi. Zat-zat teradsorpsi dapat terikat kuat membentuk lapisan yang tebalnya tidak lebih dari satu atau dua partikel. Banyaknya zat asing yang dapat diadsorpsi bergantung pada luas permukaan partikel koloid. Meskipun adsorpsi merupakan gejala umum dari zat, efisiensi adsorpsi ini bergantung pada besarnya luas permukaan zat pengadsorpsi (adsorben)⁵⁷. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi yaitu :

a. Karakteristik Adsorben

Adsorpsi dipengaruhi oleh dua sifat permukaan yaitu energi permukaan dan gaya tarik permukaan. Oleh karena itu sifat fisik yaitu ukuran partikel dan luas permukaan merupakan sifat yang terpenting dari bahan yang akan digunakan sebagai adsorben⁵⁸. Semakin luas permukaan adsorben, maka makin banyak zat yang teradsorpsi. Luas permukaan adsorben ditentukan oleh ukuran partikel dan jumlah dari adsorben⁵⁹.

⁵⁷Yayan Sunarya, *Loc.cit.*

⁵⁸Faisal Asip, Mardiah, dan Husna, *Uji Efektifitas Cangkang Telur Dalam Mengadsorpsi Ion Fe Dengan Proses Batch*, Palembang: Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Jurnal Teknik Kimia, No. 2, Vol. 15, April 2008, h. 23.

⁵⁹Isna Syauqiah, Mayang Amalia, dan Hetty A. Kartini, *Analisis Variasi Waktu Dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif*, INFO TEKNIK, Volume 12 No. 1, Juli 2011, h. 13.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Kelarutan Adsorbat

Proses adsorpsi terjadi pada molekul-molekul yang ada dalam larutan harus dapat berpisah dari cairannya dan dapat berikatan dengan permukaan adsorben. Sifat unsur yang terlarut mempunyai gaya tarik-menarik terhadap cairannya yang lebih kuat bila dibandingkan dengan unsur yang sukar larut. Dengan demikian unsur yang terlarut akan lebih sulit terserap pada adsorben bila dibandingkan dengan unsur yang tidak larut⁶⁰. Semakin besar konsentrasi adsorbat dalam larutan maka semakin banyak jumlah substansi yang terkumpul pada permukaan adsorben⁶¹.

2. Waktu Kontak

Waktu kontak merupakan hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Gaya adsorpsi molekul dari suatu zat terlarut akan meningkat apabila waktu kontak dengan karbon aktif makin lama. Waktu kontak yang lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul zat terlarut yang teradsorpsi berlangsung lebih baik. Penentuan waktu kontak yang menghasilkan kapasitas adsorpsi maksimum terjadi pada waktu kesetimbangan⁶².

Pada praktiknya, proses adsorpsi bisa dilakukan secara tunggal namun bisa pula merupakan kelanjutan dari proses pemisahan dengan cara distilasi. Berdasarkan fenomena kejadiannya, adsorpsi pada permukaan

⁶⁰Faisol Asip, Mardiah, dan Husna, *Uji Efektifitas Cangkang Telur Dalam Mengadsorpsi Ion Fe Dengan Proses Batch*, Palembang: Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Jurnal Teknik Kimia, No. 2, Vol. 15, April 2008, h. 23.

⁶¹Isna Syauqiah., dkk, *loc.cit*.

⁶²*Ibid.*, h. 14.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

padatan dapat diklasifikasikan menjadi 2 jenis, yaitu kemisorpsi (adsorpsi kimia) dan fisorpsi (adsorpsi fisika).

1. Kemisorpsi atau Adsorpsi Kimia

Adsorpsi kimia adalah adsorpsi yang terjadi akibat interaksi kimia antara molekul adsorben dengan molekul adsorbat. Proses ini pada umumnya bersifat sangat eksotermis dan menurunkan kapasitas dari adsorben karena gaya adhesinya yang kuat sehingga proses ini tidak dapat berbalik (*irreversible*)⁶³. Pada adsorpsi kimia partikel melekat pada permukaan dengan membentuk ikatan kimia (biasanya ikatan kovalen) dan cenderung mencari tempat untuk memaksimalkan bilangan koordinasi dengan substrat⁶⁴.

2. Fisorpsi atau Adsorpsi Fisika

Adsorpsi fisika adalah adsorpsi yang terjadi akibat gaya interaksi tarik-menarik antara molekul adsorben dengan molekul adsorbat. Adsorpsi ini melibatkan gaya-gaya Van der Waals yang relatif lemah (sebagai kondensasi uap). Jenis ini cocok untuk proses adsorpsi yang membutuhkan proses regenerasi karena zat yang teradsorpsi tidak larut dalam adsorben tapi hanya sampai permukaan saja⁶⁵. Pada proses fisorpsi, adsorben akan mengikat adsorbat melalui gaya Van der Waals. Molekul terikat sangat lemah dan

⁶³Siti Zulaiha, *Pemanfaatan Karbon Aktif Tulang Ayam Sebagai Adsorben Dalam Penjernihan Air Sumur Bor Serta Implementasinya Pada Pembelajaran Kimia Di Sekolah Menengah Kejuruan Telkom Pekanbaru*, 2015, Riau: Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim, h. 18.

⁶⁴Netty Kamal, *Pemakaian Adsorben Karbon Aktif Dalam Pengolahan Limbah Industri Batik*, Teknologi Kimia ITENAS, h. 78.

⁶⁵Siti Zulaiha, *Loc.cit.*

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

energi yang dilepaskan pada adsorpsi fisik relatif rendah yaitu sekitar 20 kJ/mol. Sedangkan pada proses adsorpsi kimia, interaksi antara adsorbat dengan adsorben melalui pembentukan ikatan kimia. Terjadinya kemisorpsi diawali dengan adsorpsi fisik, yaitu partikel-partikel adsorbat mendekat ke permukaan adsorben melalui gaya Van der Waals atau melalui ikatan Hidrogen kemudian diikuti oleh adsorpsi kimia⁶⁶.

9. Karbon Aktif

Karbon adalah suatu produk kayu yang diperoleh dari proses karbonisasi, arang adalah residu yang sebagian besar komponennya adalah karbon dan terjadi karena penguraian kayu akibat perlakuan panas. Karbon aktif adalah arang yang diolah lebih lanjut pada suhu tinggi dengan menggunakan gas CO₂, uap air atau bahan-bahan kimia, sehingga poriporinya terbuka dan dapat digunakan sebagai adsorben. Daya serap karbon aktif disebabkan adanya pori-pori mikro yang sangat besar jumlahnya, sehingga menimbulkan gejala kapiler yang mengakibatkan adanya daya serap⁶⁷.

Arang selain digunakan sebagai bahan bakar, juga digunakan sebagai adsorben (penyerap). Daya serap ditentukan oleh luas permukaan partikel dan kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi jika terhadap arang tersebut dilakukan aktivasi dengan aktifator bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi. Dengan demikian, arang akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia. Arang yang demikian disebut sebagai

⁶⁶Netty Kamal, *Op.cit.*

⁶⁷Yustinah, Hartini, *Adsorpsi Minyak Goreng Bekas Menggunakan Arang Aktif Sabut Kelapa*, Jurnal Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, 2011, h. 3.

arang aktif. Karbon aktif yaitu karbon dengan struktur amorf atau mikrokristalin yang dengan perlakuan khusus dapat memiliki luas permukaan dalam yang sangat besar antara 300-2000 m²/gram.

Pada dasarnya ada dua jenis karbon aktif yaitu karbon aktif bentuk granular dan bentuk serbuk. Karbon aktif bentuk granular biasanya digunakan sebagai adsorben gas sedangkan karbon aktif bentuk serbuk biasanya digunakan untuk adsorben suatu cairan. Karbon aktif bentuk granular mempunyai diameter pori berkisar antara 10-200A^o dan biasanya terbuat dari tempurung kelapa, tulang, batubata atau dari bahan baku yang mempunyai struktur keras. Karbon aktif bentuk serbuk mempunyai diameter pori mencapai 1000A^o dan biasanya terbuat dari serbuk-serbuk gergaji, ampas pembuatan kertas atau dari bahan baku yang mempunyai densitas kecil dan mempunyai struktur yang lemah.

Tabel II.4: Persyaratan Karbon Aktif Standar Nasional Indonesia

Jenis Persyaratan	Parameter
Kadar air	Maksimum 15 %
Kadar abu	Maksimum 15 %
Kadar zat menguap	Maksimum 15 %
Kadar karbon terikat	Minimum 65 %
Daya serap terhadap iodin	Minimum 750 mg/g
Daya serap terhadap benzene	Minimum 25 %

Sumber. SNI 06 – 3730 tahun 1995

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Adapun karbon aktif granular dan serbuk dapat dilihat pada gambar berikut⁶⁸.



Gambar II.5: Karbon Aktif Granular (a) dan Karbon Aktif Serbuk (b)

Secara umum, proses pembuatan karbon aktif terdiri dari 3 tahap yaitu dehidrasi, karbonisasi, dan aktivasi.

a. Dehidrasi

Dehidrasi adalah proses penghilangan kandungan air yang terdapat dalam bahan baku karbon aktif dengan tujuan untuk menyempurnakan proses karbonisasi dan dilakukan dengan cara menjemur bahan baku di bawah sinar matahari atau memanaskannya dalam oven.

b. Karbonisasi

Karbonisasi (pengarangan) adalah proses pembakaran material organik pada bahan baku. Karbonisasi akan menyebabkan terjadinya dekomposisi material organik bahan baku dan pengeluaran pengotor. Sebagian besar unsur non karbon akan hilang pada tahap ini. Pelepasan unsur-unsur yang volatil ini akan membuat struktur pori-pori mulai terbentuk/pori-pori mulai terbuka. Seiring karbonisasi, struktur pori awal akan berubah⁶⁹.

⁶⁸Siti Zulaiha, *Op.cit.*, h. 24-25.

⁶⁹Shofa, *Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Ampas Tebu dengan Aktivasi Kalium Hidroksida*, Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Jakarta, 2012, h 12-13.



Pada umumnya pengarangan dilakukan 300-500°C. Suhu pengarangan pada ruangan tanpa udara dilakukan pada suhu 600-700°C. Pada proses pengarangan akan terjadi penguapan air disusul dengan pelepasan gas CO₂ dan selanjutnya terjadi peristiwa eksotermis yang merupakan tahap permulaan proses pengarangan. Pengarangan dianggap sempurna jika asap tidak terbentuk lagi, dan arang yang bermutu baik adalah arang yang mengandung kadar karbon tinggi⁷⁰.

c. Aktivasi

Proses aktivasi merupakan hal yang penting diperhatikan disamping bahan baku yang digunakan. Aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi⁷¹. Pori-pori dalam arang biasanya diisi oleh tar, hidrokarbon, dan zat-zat organik lainnya yang terdiri dari *fixed carbon*, abu, air, persenyawaan yang mengandung nitrogen dan sulfur⁷².

Aktivasi yang umum digunakan dalam pembuatan arang aktif antara lain adalah aktivasi secara kimia dan fisika. Aktivasi kimia merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia. Dalam aktivasi kimia, aktivator yang digunakan

⁷⁰Ketaren, *Op.cit.*, h. 219.

⁷¹Roman Hidayat, "Analisis Gas Buang Kendaraan Bermotor dengan Media Absorpsi Karbon Aktif Jenis GAC dan PAC", Skripsi Sarjana, Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma, Depok, 2010, h. 5.

⁷²Ketaren, *Loc.cit.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

adalah bahan-bahan kimia seperti hidroksida, logam alkali, garam-garam karbonat, klorida, sulfat, fosfat dari logam alkali tanah dan khususnya $ZnCl_2$, asam-asam anorganik seperti H_2SO_4 dan H_3PO_4 . Sedangkan aktivasi fisika adalah proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap dan CO_2 ⁷³. Faktor faktor yang berpengaruh terhadap proses aktivasi adalah waktu aktivasi, suhu aktivasi, ukuran partikel, rasio aktivator dan jenis aktivator yang dalam hal ini akan mempengaruhi daya serap arang aktif⁷⁴.

Ada dua metode aktivasi yang dapat digunakan dalam pembuatan karbon aktif, yakni :

- 1) Aktivasi kimia yakni pengaktifan arang atau karbon dengan menggunakan bahan-bahan kimia sebagai *activating agent* yang dilakukan dengan cara merendam arang dalam larutan kimia, seperti $ZnCl_2$, KOH, HNO_3 , H_3PO_4 , dan sebagainya.
- 2) Aktivasi fisika yakni pengaktifan arang atau karbon dengan menggunakan panas, uap, dan CO_2 dengan suhu tinggi dalam sistem tertutup tanpa udara sambil dialiri gas inert⁷⁵.

⁷³Roman Hidayat, *Op.cit.*

⁷⁴Siti Jamilatun, Martomo Setyawan, *Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Aplikasinya untuk Penjernihan Asap Cair*, Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta, Spektrum Industri, 2014, Vol. 12, No. 1, 1 – 112 ISSN : 1963-6590, h.1.

⁷⁵Rananda Vinsiah, Andi Suharman, *Pembuatan Karbon Aktif dari Cangkang Kulit Buah Karet (Hevea brasiliensis)*, Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Sriwijaya, h. 192.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

B. Penelitian yang Relevan

1. Penelitian dalam bentuk skripsi oleh Evika (2010) Penggunaan Adsorben Arang Aktif Tempurung Kelapa pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas. Hasil penelitian menunjukkan penurunan bilangan asam sebesar 37,5092 % dan penurunan bilangan peroksida sebesar 62,2462% pada minyak hasil penggorengan⁷⁶.
2. Penelitian dalam bentuk skripsi oleh Agus Triyanto (2013) Peningkatan Kualitas Minyak Goreng Bekas Menggunakan Arang Ampas Tebu Teraktivasi dan Penetralkan dengan NaHSO₃. Hasil penelitian menunjukkan bilangan asam lemak bebas menurun dari 0,6994 menjadi 0,3952 mg KOH/g, angka peroksida dari 12,2187 menjadi 6,4295 meq/Kg⁷⁷.
3. Penelitian dalam bentuk skripsi oleh Siti Zulaiha Nawawi (2015) Pemanfaatan Karbon Aktif Tulang Ayam sebagai Adsorben dalam Penjernihan Air Sumur Bor Serta Implementasinya Pada Pembelajaran Kimia di SMK Telkom Pekanbaru. Hasil angket respon siswa terhadap pemanfaatan karbon aktif tulang ayam sebagai adsorben dalam penjernihan air sumur bor diperoleh nilai kumulatif sebesar 88,62⁷⁸.

⁷⁶Evika, *Penggunaan Adsorben Arang Aktif Tempurung Kelapa pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas*, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Sultan Syarif Kasim Riau, 2011, h. 68.

⁷⁷Agus Triyanto, *Peningkatan Kualitas Minyak Goreng Bekas Menggunakan Arang Ampas Tebu Teraktivasi dan Penetralkan dengan NaHSO₃*, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, 2013, h. 114.

⁷⁸Siti Zulaiha, *Op.cit.*, h. 89-90.